

CONTENIDO

	Prefacio	
	Índice	
	Glosario	
	Desarrollo	
	Bibliografía	
	Planos Adjuntos	

PREFACIO

Como resultado del proceso de la *Licitación Pública Internacional No. 82/2009: Servicios de Consultoría para la Elaboración de las Normas Técnicas Generales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Caminos, Programa de Corredores de Integración del Occidente, Préstamo BID No. 1278/OC-PR*, en fecha 04 de Agosto de 2009 se firmó el Contrato S.G. MINISTRO No. 149/2009, suscrito entre el **MOPC** - Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (CONTRATANTE) y la Empresa Consultora **CAEM LTDA** -Centro de Asesoramiento Empresarial Multidisciplinario (CONSULTOR).

De acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia del Servicio de Consultoría, el Estudio se realizó en cuatro etapas (Módulos), donde al final de cada módulo se efectuaron presentaciones públicas del desarrollo de la Consultoría y los resultados parciales se pusieron en conocimiento de los actores viales de la República del Paraguay, tanto a nivel del sector público, sector privado, de las entidades profesionales, entidades académicas, así como de la sociedad civil.

Cada etapa contó con las recomendaciones, sugerencias y aportes de los diversos sectores de la sociedad vial del país.

Luego del extenso periodo desarrollado por la propia consultoría, las consultas y revisiones del MOPC y de la sociedad ingenieril, así como por el proceso de sociabilización del estudio, hoy el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) del Paraguay tiene la satisfacción de publicar el presente Manual que contiene el conjunto de Guías, Normas y Especificaciones de todos los componentes que conforman la problemática técnica en el campo vial.

El presente Manual pretende ser un primer documento que ofrece las herramientas necesarias a las autoridades, consultores, constructores, académicos y profesionales de la ingeniería vial, para el uso correcto de los diferentes dispositivos para la regulación de los diseños y la ejecución de los proyectos de carreteras en el país.

Este documento de consulta debe ser normado por el Ministerio para su aplicación en el desarrollo de todos los proyectos viales en cada una y todas sus etapas: diseño, construcción, mantenimiento, fiscalización y correspondiente evaluación.

El presente Manual debe utilizarse como material de consulta y guía para los usuarios de las carreteras del país, para las entidades responsables de la infraestructura vial y las autoridades de tránsito nacionales, departamentales, distritales y municipales, para profesionales de la ingeniería vial, constructores, consultores y proveedores de materiales de construcción y mantenimiento vial.

En este Manual se establecen las especificaciones y normas para el diseño, construcción, mantenimiento y fiscalización de las obras viales donde su utilización debe ser la base para procesar un estudio de ingeniería vial identificado como proyecto donde tiene relevante importancia el juicio del ingeniero que lo elabora.

Este documento busca proporcionar a las autoridades responsables del desarrollo vial, la forma correcta de utilizar los diferentes dispositivos para la concreción de las vías públicas. Las recomendaciones que brinda esta guía no deben influir sobre el juicio profesional, sino que deben usarse como información base parcial, justificando convenientemente las modificaciones que sean introducidas en cada proyecto específico.

Dentro de los principales objetivos planteados para la ejecución del servicio de consultoría para la elaboración de estas Guías, Normas y Especificaciones requerido por el MOPC, se citan los siguientes:

- Diagnóstico de la situación vigente al inicio del servicio relacionado con el uso de normas técnicas generales de diseño, construcción, mantenimiento y evaluación de Caminos en la República del Paraguay.
- Recopilación y análisis del conjunto de normas técnicas internacionales relacionadas con el Diseño, construcción, mantenimiento y evaluación de caminos, aplicables a las condiciones y características de la infraestructura vial de la República del Paraguay.
- Desarrollo de un Manual único con guías, normas y especificaciones técnicas de los rubros más usuales e importantes en evaluación, diseño, construcción, mantenimiento, y fiscalización de caminos.
- Unificación de las especificaciones técnicas en uso en el país, dándole un criterio único de interpretación a la ejecución de los diversos servicios viales, métodos de medición y forma de pago.
- Difusión de las especificaciones técnicas que se vayan elaborando, con consultadas periódicas al conjunto de actores relacionados de una u otra forma al diseño,
- Construcción y mantenimiento de caminos, tales como entidades del sector público relacionadas con la temática vial (MOPC), Municipalidades, Institutos Técnicos, Universidades, Empresas de Construcción, Empresas de Consultoría, Proveedores de materiales para la construcción y mantenimiento de caminos, entre otros.

El objetivo fue establecer un documento técnico y administrativo, que deberá, con la oportunidad del caso ser establecido por el MOPC a nivel de carácter normativo, que sirva de guía a las diferentes acciones que son de competencia técnica del Contratante, fijando políticas, criterios, procedimientos y métodos que indiquen las condiciones para:

- Cumplir en el Diseño, Construcción y Mantenimiento de proyectos viales.
- Propender a uniformar el desarrollo de los procedimientos técnicos de rigor en Estudios, Construcción y Mantenimientos de proyectos viales.

De esta manera se pretende lograr cierta homogeneidad en los procedimientos, independiente del profesional o técnico que realice la labor.

Esta primera versión del Manual de Carreteras del Paraguay debe ser continuamente revisada, complementada y actualizada mediante la publicación de complementos, suplementos y comentarios a cargo del MOPC. Ha sido elaborado y procesado tomando como base y referencia inicial normas internacionales en vigencia en varios países del mundo, y en particular de países de Sudamérica - con particular énfasis a la normativa de los países limítrofes al Paraguay, sin embargo el producto generado corresponde a un documento con todos sus rubros y contenido que se adecua a las necesidades y demandas del país, lográndose un documento propio y estandarizado para las condiciones de la Red Vial del Paraguay, existente y a ser desarrollada en el inmediato futuro.

El presente Manual está dirigido a la siguiente clasificación general de carreteras - de acuerdo a la definición de la red vial del Paraguay:

- **Red Primaria** constituida por las Rutas Nacionales.
- **Red Secundaria** constituida por las Rutas Departamentales.
- **Red Terciaria** constituida por las Rutas Rurales y Municipales.
- **Red Vecinal** constituida por las Rutas Vecinales

El Manual de Carreteras de Paraguay se halla conformado en 8 Tomos compuesto por 15 Volúmenes, que contienen la siguiente información:

- Tomo No.1:** **Normas para la evaluación de proyectos y geometría vial.**
Volumen I : Guía para la Evaluación de Proyectos
Volumen II: Diseño Geométrico
- Tomo No. 2:** **Norma para la Estructura del Pavimento**
Volumen I: Guía para el diseño estructural de pavimentos y Banquinas
Volumen II: Especificaciones para la construcción del pavimento
- Tomo No. 3:** **Normas para Obras de Drenaje Vial**
Volumen I: Normas para Obras de Drenaje Vial
- Tomo No. 4:** **Normas para Estructuras y Puentes**
Volumen I : Guía para el diseño de estructuras y puentes
Volumen II: Especificaciones para la construcción de estructuras y puentes
Volumen III: Especificaciones para el diseño de estructuras y puentes
- Tomo No. 5:** **Normas para Señalización y Seguridad Vial**
Volumen I: Señalización Vertical
Volumen II: Señalización Horizontal
- Tomo No. 6:** **Normas para Materiales y Ensayos de Materiales**
Volumen I: Suelos
Volumen II: Asfalto
Volumen III: Hormigón
- Tomo No. 7** **Normas y Especificaciones para Mantenimiento de Obras**
Volumen I: Normas y Especificaciones para Mantenimiento de Obras
- Tomo No. 8:** **Medio Ambiente y Fiscalización de Obras**
Volumen I: Especificaciones técnicas ambientales
Volumen II: Fiscalización de Obras

El presente Tomo es parte del Manual y corresponde al:

Volumen II: Señalización Horizontal
Tomo 5 - Normas para Señalización y Seguridad Vial

RECONOCIMIENTOS**En el desarrollo de los manuales trabajaron los siguientes profesionales:**

Coordinador General del Proyecto:	Ing. Juan Carlos Gottret Arce
Coordinador Adjunto del Proyecto:	Lic. Fabiola Quiroz Demmler
Especialista en Evaluación de Proyectos:	Ing. Primitivo Condarco Aguilar
Especialista Vial:	Ing. Dante Nardelli (+)
Especialista Geométrico:	Ing. Luis Caballero Ing. Juan Hurtado
Especialista en Pavimentos:	Ing. Arquímedes Delgado
Especialista Hidrología y Drenajes:	Ing. Pedro Gaete
Especialista en Estructuras:	Ing. Julio Álvarez
Especialista en Señalización y Seguridad Vial:	Ing. Roberto Montoya Ing. Willy Vargas
Especialista en Materiales y Laboratorio:	Ing. Raúl Zegarra Ríos Ing. Juan Carlos Bernie
Especialista en Dirección de Obras	Ing. Arquímedes Delgado Ing. Walter Pospischill
Especialista Ambiental Vial:	Ing. Luis Cabello
Especialista en Mantenimiento:	Ing. Roberto Jerez Jaimes Ing. Willy Vargas Ing. Walter Pospischill
Especialista Geotécnica:	Ing. Juan Carlos Bernie
Asesores:	Ing. Jhonny Cusicanqui Giles
Ingenieros de Apoyo:	Ing. Walter Pospischill Arq. Adolfo Correa Paniagua
Apoyo Técnico:	Lic. Carlos Martínez Daihana Quintana
Dibujo, Diseño y Diagramación:	Esther Mendoza

En la revisión de los manuales participaron por parte del MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES:

Director de la Dirección de Vialidad (2009)	Ing. Jorge Vázquez
Encargado de Despacho de la Dirección de Vialidad (2010)	Ing. Félix Zelaya
Director de la Dirección de Vialidad (2011)	Ing. Fabio Riveros
Coordinador de la UEP BID N° 1278 (2009)	Ing. Roberto Bogado
Coordinador de la UEP BID N° 1278 (2010)	Ing. Fernando Rodríguez

Supervisores:

Área de Diseño y Construcción Caminos Vecinales	Ing. Alfredo Bordón
Área de Diseño y Construcción Caminos Pavimentados	Ing. Hugo Miranda
Área de Mantenimiento	Ing. Juan Carlos Balbuena Ing. Nelson Rivet
Área Seguridad Vial	Ing. José Gómez
Área Socio – Ambiental	Ing. Agr. Francisco Fracchia Arq. José María Valdez

Equipo Técnico de Revisión del Informe Final:

Área de Mantenimiento Vial – GMANS	Ing. Natalia Drozdova Ing. Javier Talia
Área de Evaluación de Proyectos	Ing. Malvina Duarte
Área de Mantenimiento Vial – Precios Unitarios	Ing. Fernando Rodríguez
Área de Estructura de Pavimentos	Ing. Nelson Figueredo
Área de Estructura de Puentes	Sr. César Bolla
Área de Hidráulica e Hidrología	Ing. Roger Monte Domecq
Área de Diagramación y Control	Ing. René Obando

INDICE

INTRODUCCION	11
GLOSARIO DE TÉRMINOS	13
107. SEÑALIZACION HORIZONTAL	19
107.01 DEFINICIÓN	19
107.02 COMPETENCIA.....	20
107.03 USO.....	21
107.04 VISIBILIDAD	22
107.05 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO	26
108. CLASIFICACIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES	26
108.01 MARCAS LONGITUDINALES.....	26
108.02 MARCAS TRANSVERSALES.....	29
108.02.2 DEMARCACIÓN DE PASOS PEATONALES.....	29
108.03 MARCAS ESPECIALES	31
109.DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	31
109.01 MARCAS LONGITUDINALES.....	31
109.01.1 LÍNEAS CENTRALES	31
109.01.2 DEMARCACIÓN DE ZONAS DE ADELANTAMIENTO PROHIBIDO	33
109.01.3 LÍNEAS DE BORDE DE PAVIMENTO	36
109.01.4 LÍNEAS DE CARRIL	38
109.01.5 DEMARCACIÓN DE BANQUINAS PAVIMENTADAS	43
109.01.6 DEMARCACIÓN DE CANALIZACIÓN.....	43
109.01.7 DEMARCACIÓN DE TRANSICIÓN EN EL ANCHO DEL PAVIMENTO	45
109.01.8 DEMARCACIÓN DE USO DE CARRIL	46
109.01.9 DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A OBSTRUCCIONES.....	49
109.01.10 DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A PASOS DE NIVEL	51
109.01.11 DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE ESTACIONAMIENTO	51
109.01.12 DEMARCACIÓN DE PARADAS DE ÓMNIBUS	55
109.01.13 DEMARCACIÓN DE CARRILES DE CONTRAFLUJO	55
109.01.14 FLECHAS	59
109.02 MARCAS TRANSVERSALES.....	61
109.03 MARCAS DE CORDONES Y MURETES	66
109.04 MARCAS DE OBJETOS	66
109.05 SÍMBOLOS Y LETREROS EN EL PAVIMENTO.....	68
109.06 PROYECTOS DE SEÑALIZACION HORIZONTAL.....	70
109.07 OTRAS DEMARCACIONES HORIZONTALES	71
109.08 DELINEADORES DE PISO	92
110. ALFABETOS PARA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	99
110.01 LETRAS	99
110.02 NÚMEROS	104
111. SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA EN ZONAS DE TRABAJO.....	104
111.01 SEÑALIZACIÓN DE CALLES Y CARRETERAS AFECTADAS POR OBRAS.....	104
111.02 SEÑALES VERTICALES TRANSITORIAS.....	105
111.03 DISPOSITIVOS LUMINOSOS	126
111.04 DISPOSITIVOS MANUALES.....	129
111.05 ELEMENTOS PARA AUMENTAR LA VISIBILIDAD DE TRABAJADORES Y VEHÍCULOS QUE REALIZAN OBRAS EN LA VÍA.....	134
111.06 REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN VÍAS MULTICARRIL	142
111.07 PLANES DE MANEJO DE TRÁNSITO	151
112. DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA	151

112.01 DISEÑO DE SEÑALES VERTICALES TRANSITORIAS PREVENTIVAS.....	151
112.02 DISEÑO DE SEÑALES VERTICALES TRANITORIAS REGLAMENTARIAS.....	154
112.03 DISEÑO DE SEÑALES VERTICALES TRANITORIAS INFORMATIVAS	163
113. SEMÁFOROS	163
113.01 CLASIFICACIÓN.....	163
113.02 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SEMÁFORO.....	163
113.03 EQUIPO DE CONTROL	164
113.04 DETECTORES	164
113.05 MANTENIMIENTO	164
113.06 PREVISIÓN DE INSTALACIONES.....	165
113.07 SEMÁFOROS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS.....	165
113.08 SIGNIFICADO DE LAS INDICACIONES	166
113.09 SECUENCIAS DE ENCENDIDO Y APAGADO DE LAS LUCES	168
113.10 CARAS.....	169
113.11 LENTES.....	180
113.12 VISIBILIDAD E ILUMINACIÓN DE LAS LENTES	181
113.13 LÍMITE DE ÁREA CONTROLADA POR UN SEMÁFORO	183
113.14 SEMÁFOROS DE TIEMPOS FIJOS O PREDETERMINADOS	183
113.15 SEMÁFOROS ACCIONADOS POR EL TRÁNSITO.....	195
113.16 SEMÁFOROS PARA PASOS PEATONALES	197
113.16.2 SEMÁFOROS EN ZONAS DE ALTO VOLUMEN PEATONAL.....	198
113.17 SEMÁFOROS ESPECIALES	204
113.18 EQUIPO DE CONTROL.....	215
113.19 DETECTORES	225
114. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES.....	229
114.01 GENERALIDADES	229
114.02 SEÑALES VERTICALES.....	230
114.03 SEÑALES HORIZONTALES	274
114.04 BARRERAS PARA TRÁFICO	294
BIBLIOGRAFÍA	328

INTRODUCCION

GUÍA PARA EL PROYECTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE SEÑALIZACIÓN DE CARRETERAS DE LA RED PRIMARIA, SECUNDARIA, TERCIARIA Y VECINAL

El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) del Paraguay tiene la satisfacción de publicar esta guía de señalización vial, que pretende ser un documento que ofrece las herramientas necesarias a las autoridades y a los profesionales de la ingeniería vial, para el uso correcto de los diferentes dispositivos para la regulación del tránsito en los diseños y la ejecución de los proyectos de señalización. Puede utilizarse como material de consulta para los usuarios de las calles y carreteras del país, para las entidades responsables de la infraestructura vial y las autoridades de tránsito nacionales, departamentales, distritales y municipales, para profesionales de la ingeniería vial, constructores, consultores y proveedores de materiales de señalización.

En esta Guía se establecen las especificaciones para el diseño, ubicación y aplicación de los dispositivos para la regulación del tránsito en calles y rutas; la decisión de utilizar un dispositivo en particular, en una localización determinada, debe basarse en un estudio de ingeniería identificado como proyecto de señalización o de semaforización, según sea el caso, donde tiene relevante importancia el juicio del ingeniero que lo elabora. Este documento busca proporcionar a las autoridades responsables de la señalización vial, la forma correcta de utilizar los diferentes dispositivos para la regulación del tránsito, con el fin de prevenir accidentes y mejorar la movilidad por las vías públicas. Las recomendaciones que brinda esta guía no deben influir sobre el juicio profesional, sino que deben usarse como información adicional que sirva de base parcial a ese juicio, justificando convenientemente las modificaciones que se introduzcan.

Sus aplicaciones consisten esencialmente en conocer el uso, clasificación, funcionalidad, color, tamaño, materiales, mantenimiento, etc., de los dispositivos utilizados en el ámbito nacional para la regulación del tránsito en calles y rutas. El proyecto de señalización debe guardar armonía, estética y comodidad con el diseño geométrico de las vías para ofrecer un recorrido fácil, agradable y libre de sorpresas.

El presente documento “**GUÍA PARA EL PROYECTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE SEÑALIZACIÓN DE CARRETERAS DE LA RED PRIMARIA, SECUNDARIA, TERCIARIA Y VECINAL**”, se ha subdividido en catorce (14) capítulos, que han sido estructurados de manera tal que el usuario proyectista, encuentre conceptos que orienten su criterio de diseño.

Los aspectos que son tratados y reglamentados en el presente documento son: **Aspectos Generales, Señalización Vertical, Señalización Horizontal, Señalización Transitoria, Semáforos y Especificaciones Técnicas.**

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

ACCESIBILIDAD: Característica que permite en cualquier espacio o ambiente exterior o interior, el fácil desplazamiento de la población en general y el uso en forma confiable y segura de los servicios instalados en esos ambientes; incluye la eliminación de barreras físicas, actitudinales y de comunicación.

ACERA O ANDÉN: Parte de la vía dedicada al tránsito de peatones.

ACCESO CONTROLADO: Características de ciertas autopistas o caminos de tipo especial, que permiten la salida o el acceso a la misma solo en puntos específicos. Por lo general, las propiedades colindantes a lo largo del derecho de vía no tienen acceso directo a la arteria principal.

ADELANTAMIENTO: Maniobra mediante la cual un vehículo sobrepasa a otro, que lo antecede en el mismo carril de una calzada.

ALTURA LIBRE: Distancia vertical entre la calzada y un obstáculo superior.

AUTOPISTA O AUTOVÍA: Vía especialmente diseñada para altas velocidades de operación con los sentidos de flujos aislados por medio de separadores, sin intersecciones a nivel y con control total de accesos.

B

BAHÍA: Zona de transición entre la calzada y andén, destinada al estacionamiento provisional de vehículos.

BANDERERO: Persona que se ubica temporalmente al lado de la vía para dar paso en ambos sentidos, cuando se ejecutan obras viales.

BANQUINA (SIGNIFICADO ALTERNO): Escalón intermedio de un talud de corte o terraplén, de ancho variable, que es parte del perfil general de corte o terraplén y cumple las siguientes funciones principales: asegurar la estabilidad del corte o terraplén, permitir instalar obras de drenaje longitudinal para evitar daños por escurrimiento de aguas pluviales, evitar la caída directa de escombros de derrumbes sobre la plataforma vial (para taludes de corte).

BANQUINA: Parte exterior de la vía destinada al soporte lateral de la calzada y destinada ocasionalmente para el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

BIFURCACIÓN: División de una vía en ramales, uno de los cuales, cuando menos, se aparta de la dirección original.

BORDILLO O SARDINEL: Elemento de concreto, asfalto u otros materiales ubicado a un nivel superior con relación a la calzada y que sirve para delimitarla.

C

CALLE: Vía urbana de tránsito público, que incluye toda la zona comprendida entre los linderos frontales de las propiedades.

CALZADA: Zona de la vía destinada a la circulación de los vehículos.

CARRETERA: Vía diseñada para el tránsito de vehículos terrestres automotores.

CARRIL: Parte de la calzada que puede acomodar una sola fila de vehículos de cuatro o más ruedas.

CEBRA: Demarcación de franja peatonal en forma de una sucesión de líneas sobre la calzada paralelas a los carriles de tránsito vehicular, sirve para indicar la trayectoria que debe seguir el peatón al atravesar la vía.

CICLO DE SEMÁFORO: Tiempo total que requiere una sucesión completa de los intervalos de un semáforo.

CICLOVÍA: Vía o sección de la calzada destinada ocasionalmente para el tránsito de bicicletas, triciclos y peatones.

CONO DE TRÁNSITO: Dispositivo en forma de cono truncado que se usa en serie para desviar o encauzar el tránsito. Suele ser de material flexible y resistente a golpes, con el fin de que no se deteriore fácilmente ni cause daño a los vehículos.

CORONA: Parte de un corredor vial conformado por los carriles de circulación, separadores, banquetas y cunetas.

CRUCE O INTERSECCIÓN DE VÍAS: Área de uso público formada por la intersección de dos (2) o más vías.

CURVA HORIZONTAL: Alineación de proyección curva sobre el plano horizontal.

CURVA VERTICAL: Alineación de la rasante que tiene proyección curvilínea sobre un plano vertical.

D

DELINEADOR: Dispositivo que demarca los límites de una determinada zona de vía.

DEMARCACIÓN: Elemento que sirve para diferenciar un área de otra, bien sea mediante color, textura o cambio de material.

DEMARCACIÓN DE PASO PEATONAL A NIVEL: Señalización aplicada a la calzada para indicar la trayectoria que deben seguir los peatones al travesar la misma (incluye la cebra).

DERECHO DE VÍA: Faja de terreno cuyo ancho es determinado por la autoridad que es necesario para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de una vía.

DETENERSE: Interrupción momentánea de la marcha de un vehículo con el motor andando y el conductor en su sitio.

DETECTOR: Dispositivo que se coloca en una vía para registrar automáticamente el paso o presencia de vehículos.

DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO: Son los mecanismos físicos o marcas especiales, que indican la forma correcta cómo deben circular los usuarios de las calles y carreteras. Los mensajes de los dispositivos para la regulación del tránsito se dan por medio de símbolos, elementos y leyendas de fácil y rápida interpretación.

E

EMPALME: Conexión de una vía con otras, acondicionada para el tránsito vehicular. Conexión con traslape de los perfiles de una barrera metálica.

ESTACIONARSE: Acto mediante el cual un conductor deja su vehículo parado en cierto lugar y se aleja de él.

ESTACIONAMIENTO DE UN VEHÍCULO: Parada de un vehículo en la parte lateral de la vía o de un sitio destinado para tal fin, que implique apagar el motor.

ESTOPEROL: Dispositivo que se ubica sobre el pavimento en forma horizontal o perpendicular al sentido del flujo vehicular para encauzar el tránsito o como reductor de velocidad.

F

FASE DE SEMÁFORO: Parte del ciclo del semáforo que consta de: a) un intervalo durante el cual recibe siempre el derecho de paso un movimiento o combinación de movimientos vehiculares o peatonales, y b) uno o más intervalos de transición como el amarillo o amarillo más todo rojo.

G

GÁLIBO: Altura libre que permite un puente, la parte superior de un túnel, o una estructura cualquiera que cruza encima de la plataforma vial, para el paso del tránsito.

GLORIETA: Intersección en donde no hay cruces a nivel directos, sino maniobras dentro de cruces y movimientos alrededor de una isleta o plazoleta central.

I

INGENIERO: Fiscal. Profesional o compañía de ingeniería que contrata el Propietario de un proyecto para que lo represente ante el Contratista, para realizar la administración del contrato de obra y realice el control de calidad, interpretación de las Especificaciones Técnicas, elaboración de especificaciones especiales, planos de ejecución de obra, y todas las actividades necesarias para garantizar la adecuada ejecución de los trabajos de construcción y el cumplimiento del contrato de obra y de las especificaciones vigentes.

INTERSECCIÓN: Área general donde dos o más vías se unen o cruzan, ya sea a nivel o desnivel o que comprende toda la superficie necesaria para facilitar todos los movimientos de los vehículos que se cruzan por ellos.

ISLA (isleta de tránsito): Área restringida, ubicada entre carriles de tránsito, destinada a encauzar el movimiento de vehículos o también como refugio de peatones.

L

LEYENDA: Texto contenido en una señal de tránsito.

LÍNEA DE BORDE: Demarcación sobre la calzada que indica el borde exterior del pavimento.

LÍNEA DE PARE (LÍNEA DE DETENCIÓN): Marca de tránsito sobre la calzada ante la cual deben detenerse los vehículos.

M

MARCAS VIALES: Elemento señalizador colocado o pintado sobre el pavimento o en elementos adyacentes al mismo, consistentes en líneas, dibujos, colores, palabras o símbolos; para indicar, advertir o guiar el tránsito.

P

PASO A NIVEL: Intersección a un mismo nivel de una vía con una vía férrea o con otra carretera.

PASO PEATONAL A NIVEL: Zona de la calzada delimitada por dispositivos y áreas especiales con destino al cruce de peatones.

PARQUEADERO: Lugar público o privado destinado al estacionamiento de vehículos.

PEATÓN: Persona que transita a pie por una vía.

PEDESTAL: Un zócalo, una base que soporta un poste.

PETO: Prenda suelta o parte de una prenda de vestir que cubre el pecho. Prenda de vestir con peto, especialmente el pantalón.

PICTOGRAMA: Escritura ideográfica en la que se dibujan en forma simple los objetos.

POSTE: Soporte vertical que tiene como finalidad ubicar a una determinada altura el tablero de una señal de tránsito.

PRELACIÓN: Prioridad o preferencia que tiene una vía o vehículo con relación a otras vías o vehículos.

O

ORLA: Línea delgada que separa el borde del tablero con el fondo de la señal. Sirve para establecer un contraste que permite distinguir mejor la señal.

R

RAMPA: Ramal de intercambio con pendiente, destinado a empalmar una vía con otra a niveles diferentes.

RASANTE: Línea longitudinal de una calzada que representa los niveles del centro de la superficie de rodadura a lo largo de la calzada.

RETORREFLEXIÓN: Propiedad física en el cual un rayo de luz que incide sobre una superficie retrorreflectiva, es devuelto en la misma dirección al rayo de luz incidente.

RURAL, zona: Zona donde las edificaciones son muy escasas y el terreno está en su estado natural o dedicado a cultivos.

S

SEMÁFORO: Son dispositivos que proporcionan indicaciones visuales para el control del tránsito de vehículos y peatones en intersecciones. Las indicaciones se hacen a través de luces con lentes de diferentes colores. El color verde corresponde a la indicación de “siga” y el color rojo a “pare”, el color amarillo normalmente sirve de transición entre las fases de “siga” y “pare”. Los lentes con luces de colores diferentes se ordenan verticalmente en una secuencia convencional y preestablecida de la siguiente manera: rojo, amarillo y verde.

SEÑAL DE TRÁNSITO: Dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías y se instala a nivel de la vía para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos.

SEÑAL ELEVADA, SEÑAL AÉREA: Señal informativa ubicada sobre estructuras especiales que le permiten una visibilidad a mayores distancias, por contener mensajes de mayor tamaño y estar a una altura superior a las demás señales de tránsito.

SEÑAL SONORA: Aquella que está diseñada para ser percibida mediante el sentido del oído.

SEÑAL VISUAL: Aquella que está diseñada para ser percibida mediante el sentido de la vista.

SEPARADOR: Espacio o dispositivo estrecho y ligeramente saliente, distinto de una franja o línea pintada, situado longitudinalmente entre dos calzadas, para separar el tránsito de la misma o distinta dirección, dispuesto de tal forma que intimide o impida el paso de vehículos.

SÍMBOLO: Figura con que se representa un concepto.

SUBURBANA, zona: Zona de transición entre la urbana y la rural.

SUPERVISOR: Profesional, en general un ingeniero civil, que representa al Propietario de un proyecto ante el Fiscal (Ingeniero), y que toma decisiones de orden superior referidas al Contrato de Obra (aprobación de certificaciones, de documentos modificatorios, de cambios en los diseños, presupuestos de ejecución y otras actividades definidas por el Contratante), e informa al Contratante acerca de la correcta administración del Contrato de Obra, del estado de avance de los trabajos de construcción y de la administración y cumplimiento del Contrato de Servicios de Fiscalización.

T

TACHA DE DEMARCACIÓN (clavo, botón): Dispositivos pegados sobre el pavimento o marcadores que pueden ser usados como elementos de guía, como complemento a la demarcación y en algunos casos como sustitución, con el fin de mejorar las condiciones de visibilidad de la señalización horizontal.

TACHÓN: Dispositivo que se coloca sobre el pavimento para encauzar el tránsito.

TERMOPLÁSTICO: Material plástico que se aplica en caliente, para formar una película de espesor variable generalmente usado en sustitución de la pintura.

TEXTURA: Característica de la superficie de un material con relación al tacto.

TRÁNSITO: Acción de desplazamiento de personas, vehículos y animales por las vías.

TRANSPORTE: Es el acarreo de personas, animales o cosas de un punto a otro a través de un medio físico.

U

URBANA, zona: Zona en la que gran parte del terreno está ocupado por edificaciones.

V

VEHÍCULO: Artefacto montado sobre ruedas que sirve para transportar personas, animales o cosas.

VÍA: Zona de uso público o privado abierta al público destinada al tránsito de público, personas y/o animales.

VÍA FÉRREA: Vía diseñada para el tránsito de vehículos sobre rieles, con prelación sobre todas las demás vías del sistema vial.

VELOCIDAD DE DISEÑO: Velocidad seleccionada para proyectar y relacionar entre sí las características físicas de una vía que influyen en la marcha de los vehículos.

VELOCIDAD DE OPERACIÓN: Velocidad promedio que desarrollan el 85% de los usuarios en un tramo determinado de una vía.

Z

ZONA ESCOLAR: Zona de la vía situada frente a un establecimiento de enseñanza y que se extiende cincuenta metros al frente y a los lados de los lugares de acceso al establecimiento.

ZONA DE CONFLICTO: Área de intersección entre dos flujos de tránsito.

ZONA DE ESTACIONAMIENTO RESTRINGIDO: Parte de la vía delimitada por autoridad competente en zonas adyacentes a instalaciones militares o de policía, teatros, bancos, hospitales, entidades oficiales y de socorro, iglesias, establecimientos industriales y comerciales.

107. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Se explica la función que desempeña la señalización horizontal y su clasificación, especificaciones para el diseño, símbolos, letras, dimensiones, color, materiales y la forma de realizar un proyecto de señalización.



107.01 DEFINICIÓN

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, cordones y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito. En algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles.

107.01.1 TRAZOS CONTINUOS Y DISCONTINUOS

1) LINEA CONTINUA:

Independientemente de su color amarillo o blanco, indica que no debe ser traspasada ni circular sobre ella.

2) DOBLE LINEA CONTINUA:

Refuerza el concepto de las anteriores y establece una separación mínima entre ambos sentidos de circulación.

3) LINEAS DISCONTINUAS:

Indican la posibilidad de ser traspasadas.

4) LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS PARALELAS:

Indican la licencia de traspasar en el sentido de la discontinua a la continua y la prohibición de hacerlo de la continua a la discontinua.

107.01.2 MATERIAL

Las marcas viales o demarcación horizontal son las señales de tránsito demarcadas sobre la calzada, con el fin de regular, transmitir órdenes, advertir determinadas circunstancias, encauzar la circulación o indicar zonas prohibidas. El material debe ser antideslizante, resistente y de un espesor no mayor a 5 mm, con excepción de las tachas y separadores de tránsito. Las demarcaciones serán uniformes en diseño, posición y aplicación. Tal como para los demás dispositivos de control de tránsito, es necesaria su uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado, a fin de que puedan ser reconocidas y entendidas instantáneamente por los usuarios de la vía.

107.01.3 REFLECTIVIDAD

En autopistas, rutas, puentes, accesos y egresos de las vías mencionadas y en calles y avenidas de intenso volumen vehicular, toda la demarcación debe ser reflectiva, excepto paso peatonal tipo cebrá, o estar debidamente iluminadas. Cuando sea necesario demarcar líneas divisorias de sentidos opuestos de dirección, de borde de calzada, de pare, isletas canalizadoras o delimitadoras de obstáculos, sendas peatonales y marcas o leyendas de cruces ferroviarios, "CEDA EL PASO" y "PARE", también debe utilizarse material reflectivo

107.01.4 COLORES Y LETRAS

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas, excluyendo el pintado de cordones o la aplicación de tachas reflectivas u otras. En las líneas longitudinales el color blanco se empleará para hacer separación entre tránsito en el mismo sentido y el color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en camino de doble sentido con calzada de varios carriles, líneas de barreras y zonas de obstrucciones. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco, a excepción de las flechas de doble cabeza utilizadas para la demarcación de carriles de contraflujo.

El Color Blanco se empleará para:

Líneas centrales sobre carreteras rurales de dos carriles.

Líneas de carril

Líneas de borde de pavimento.

Demarcaciones sobre banquetas pavimentadas.

Líneas canalizadoras.

Aproximaciones a obstrucciones que pueden ser pasadas por ambos lados.

- Demarcación de giros y flechas direccionales.
- Líneas de PARE.
- Sendas peatonales.
- Líneas que delimitan espacios de estacionamientos.
- Demarcaciones de símbolos y palabras.
- Líneas auxiliares para la reducción de velocidad.
- Cruce ferroviario.
- Demarcación para niebla.

El Color Amarillo se empleará para:

- Líneas centrales dobles sobre calzadas de múltiples carriles.
- Líneas de barreras que indican prohibición de cruzarlas en:
- Transiciones del ancho del pavimento.
- Aproximaciones a obstrucciones que deben ser pasadas del lado derecho.
- Isletas de tránsito.

Lugares en que por su diseño geométrico se deba inhibir el paso al carril de sentido opuesto.

107.02 COMPETENCIA

El MOPC es el ente nacional regulador responsable de elaborar, divulgar, unificar y reglamentar el sistema de dispositivos de seguridad vial, referidos a señalización vertical, horizontal, transitoria, semaforización y especificaciones técnicas referidas a los materiales y calidades mínimas exigibles.

El señalamiento lo realiza o autoriza el organismo nacional, departamental o municipal responsable de la estructura vial, siendo también de su competencia colocar o exigir la señal de advertencia en todo riesgo más o menos permanente. Los que sean transitorios deben ser eliminados por la autoridad que primero intervenga, caso contrario debe señalizarlos o exigir que se lo haga, con intervención policial cuando corresponda.

Toda demarcación sobre el pavimento de la vía pública que no se ajuste al presente, debe ser removida de acuerdo a procedimientos aprobados en la presente Guía, sin perjuicio de las sanciones que puedan corresponder. Las autorizaciones al respecto, para ser válidas, deben tener en forma visible, la constancia del permiso de la autoridad del tránsito local.

107.03 USO

La señalización horizontal (marcas sobre el pavimento y objetos sobrepuestos) deberá cumplir con los propósitos prescritos en este capítulo. Antes que una vía sea abierta al tránsito, deberá verificarse la presencia de todos los elementos definidos en el proyecto y otros que pudiesen resultar necesarios. El uso de las demarcaciones debe estar apoyado en estudios realizados por profesionales con experiencia en el campo de la Ingeniería de Tránsito.

Por otro lado, un requisito importante al momento de decidir el material a emplear en la demarcación, será su duración y funcionalidad en condiciones climáticas adversas. Esta condición dependerá de las siguientes variables:

- características del material; el tipo de sustrato sobre el cual se aplica; tipo y cantidad de tránsito; clima y
- condiciones ambientales en el entorno a la vía.

Las especificaciones que se entregan en el Capítulo 114, tienen por objeto unificar los materiales a utilizar en las demarcaciones a utilizar a nivel nacional, de modo tal que cuenten con las características que aseguren su duración y visibilidad, tanto diurna como nocturna.

Todas las vías pavimentadas deberán contar con señalización horizontal, la cual deberá cumplir una función prioritaria en vías interurbanas y/o de apoyo a la señalización vertical en las vías urbanas.

Cuando se modifiquen las características operacionales y/o físicas de una vía, tales como cambios de sentido de tránsito o ensanchamientos, podría ser necesaria la eliminación o borrado de la demarcación existente para no confundir a los usuarios, no desacreditar otras señales y no generar accidentes. Las demarcaciones obsoletas deben ser removidas antes que las nuevas condiciones de operación y/o físicas se implementen.

Se puede utilizar cualquier proceso que elimine totalmente la demarcación obsoleta siempre que no dañe el medio ambiente y que no afecte la integridad del pavimento, tales como chorro de arena, cepillado, quemadura, aplicación de agentes químicos u otros. No se permite el recubrimiento con pintura gris o negra, ya que ésta se desgasta con el tiempo dejando visible la demarcación que se ha intentado eliminar. Las demarcaciones elevadas innecesarias deben ser removidas en su totalidad.

107.04 VISIBILIDAD

Tomando en consideración que la señalización horizontal se ubica sobre la calzada, presenta la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención de la pista en que circula. Desde este punto de vista, el lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo, alto tránsito y otros. Por lo tanto, frente a maniobras de alto riesgo tales como zonas de no adelantar, o de detención PARE, deben siempre ser reforzadas con la señalización vertical correspondiente.

107.04.1 VISIBILIDAD NOCTURNA (RETROREFLECTANCIA)**107.04.1 (a) Demarcaciones planas**

Las demarcaciones deberán ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se deberán fabricar y ejecutar con materiales apropiados, como pinturas que junto a micro-esferas de vidrio, se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflexión. Esta propiedad, permitirá que las micro-esferas sean visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.

Estas demarcaciones deberán cumplir con los valores mínimos de retrorreflexión indicados en la tabla 107.1.

TABLA 107.1 RETROREFLECTANCIA INICIAL A 30 DÍAS (MCD/LUX/M2)

ÁNGULOS		COLORES	
ILUMINACIÓN	OBSERVACIÓN	BLANCO	AMARILLO
3,5°	4,5°	300	180
1,24°	2,29°	200	120

Cuando los valores de retrorreflectancia decaigan hasta los indicados en la tabla 107.2, se deberá ejecutar el repintado de las marcas sobre el pavimento.

TABLA 107.2 VALORES MÍNIMOS DE RETROREFLECTANCIA PARA REPINTADO

ÁNGULOS		COLORES	
ILUMINACIÓN	OBSERVACIÓN	BLANCO	AMARILLO
3,5°	4,5°	120	95
1,24°	2,29°	90	70

107.04.1 (b) Demarcaciones elevadas

Para demarcaciones elevadas (tachas y otros elementos verticales pintados), la superficie retrorreflectante debe ser siempre a lo menos de 10 cm². Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, se deberá retirar e instalar uno nuevo.

Se establece que los valores mínimos de retrorreflexión serán los considerados en la tabla 107.3. Ver figura 107.1.

TABLA 107.3 COEFICIENTE DE INTENSIDAD LUMINOSA RETRORREFLEJADA

ÁNGULO DE ENTRADA "E"	ÁNGULO DE OBSERVACIÓN "α"	MÍNIMO VALOR RL (Milicandelas por lux) (mcd/lx)				
		279	167	70	93	26
0°	0,2°	279	167	70	93	26
+20° - 20°	0,2°	112	67	28	37	10

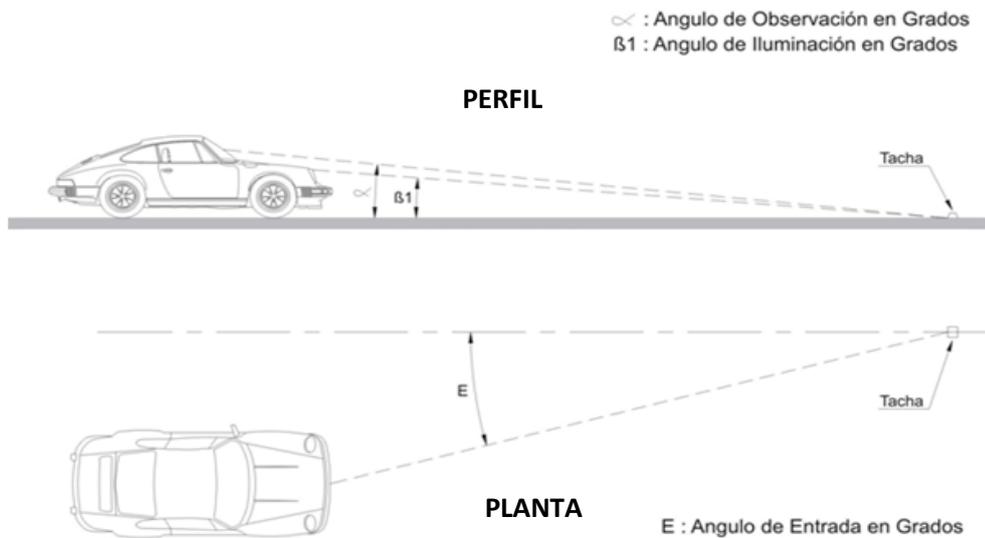


FIGURA 107.1. ÁNGULO DE ENTRADA Y DE OBSERVACIÓN

107.04.2 VISIBILIDAD DIURNA (COLOR Y FACTOR DE LUMINANCIA)

107.04.2 (a) Demarcaciones planas

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas.

Amarillo: El color amarillo establece la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en caminos de doble sentido con calzadas de uno o varios carriles y líneas de barrera. Este color se utiliza también en las islas divisorias y en las marcas para prevenir el bloqueo de una intersección.

Blanco: El color blanco define la separación entre tránsito en el mismo sentido y la demarcación de borde de calzada, pasos peatonales y espacios de estacionamiento. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco.

Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrán emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a la mitad del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

Los colores están definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Normalizado CIE 1931, con valores definidos en la tabla 107.4.

TABLA 107.4 COORDENADAS CROMÁTICAS PARA DEMARCACIONES PLANAS

COLOR	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
BLANCO	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
AMARILLO	0,494	0,427	0,545	0,455	0,465	0,535	0,427	0,483

107.04.2 (b) Demarcaciones elevadas

Las demarcaciones elevadas (tachas y otros elementos pintados) pueden ser blancas, amarillas o rojas, debiendo coincidir el color de la superficie o lámina retrorreflectante con el del cuerpo del elemento que la contiene, con la excepción de las tachas bicolor. Se utiliza el blanco para indicar líneas que pueden ser traspasadas, el amarillo para señalar líneas que no pueden ser traspasadas.

107.04.2 (c) Contraste con el pavimento

Para garantizar una adecuada visibilidad diurna de una demarcación se requiere que ésta se destaque de la superficie de la vía, para lo cual, se define una relación de contraste mínima entre la demarcación y el pavimento. Con frecuencia el color original del pavimento tiende a cambiar con el tiempo, por el desgaste de la superficie y en el caso de pavimentos de asfalto, por el envejecimiento del ligante. De hecho, los pavimentos de mezcla asfáltica tienden, con el tiempo, a cambiar de color negro a gris.

La relación de contraste mínima R_c es 1,7, donde:

$$R_c = (\beta_{\text{demarcación}} - \beta_{\text{pavimento}}) / \beta_{\text{pavimento}}$$

Donde β corresponde al factor de luminancia. Este factor, se determinará mediante equipos especiales (espectrofotómetro, integrador, colorímetro triestímulo, prensa mecánica para polvo).

Los valores mínimos correspondientes al factor de luminancia para la pintura de demarcación

son:

Pintura blanca $\beta = 0,40$

Pintura amarilla $\beta = 0,20$

Para lograr el contraste entre la demarcación y el pavimento, existe la alternativa de aplicar color negro como fondo de la demarcación, el cual deberá exceder el ancho de la demarcación en al menos 5 cm. en todas las direcciones.

107.05 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

Al igual que la capa de rodadura, la demarcación plana debe presentar una resistencia al deslizamiento suficiente para que los vehículos circulen sobre la misma sin riesgo. Esta condición está directamente relacionada con su coeficiente de rozamiento, ya que la resistencia al deslizamiento es producto de ese coeficiente por la fuerza normal que ejerce el vehículo al pasar sobre la demarcación.

Considerando lo anterior, el coeficiente de rozamiento de las demarcaciones planas debe ser mayor o igual a 0,45, según mediciones con el Péndulo Británico (TRRL).

108. CLASIFICACIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES

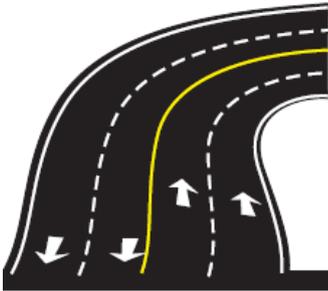


De acuerdo con la función que cumplen, las señales horizontales se

clasifican en:

- **Marcas Longitudinales**
- **Marcas Transversales**
- **Marcas Especiales**

108.01 MARCAS LONGITUDINALES



Son franjas de un ancho mínimo de 0,1m a 0,3 m impresas en material reflectivo a lo largo de la calzada, en forma continua o no, que tienen los significados siguientes:

108.01.1 TRAZOS CONTINUOS Y DISCONTINUOS (SIGNIFICADO)

108.01.1 (a) Línea Continua

Independientemente de su color amarillo o blanco, indica que no debe ser traspasada ni circular sobre ella.

108.01.1 (b) Doble Línea Continua

Refuerza el concepto de las anteriores y establece una separación mínima entre ambos sentidos de circulación.

108.01.1 (c) Líneas Discontinuas

Indican la posibilidad de ser traspasadas.

108.01.1 (d) Líneas Continuas y Discontinuas Paralelas

Indican la licencia de traspasar en el sentido de la discontinua a la continua y la prohibición de hacerlo de la continua a la discontinua.

108.01. 2 LÍNEAS CENTRALES

Se emplearán estas líneas de color amarillo, para indicar el eje de una calzada con tránsito bidireccional y de color blanco para separar carriles de tránsito, en el mismo sentido.

108.01.3 LÍNEAS DE BORDE DE PAVIMENTO

Esta línea separa la banquina del carril de circulación, indicando el borde exterior del pavimento. En todas las vías, urbanas y rurales que no cuenten con cordones y en las vías de jerarquía superior, se debe delimitar el borde de pavimento para impedir el tránsito de vehículos por la banquina y especialmente en la aproximación a intersecciones, cruces, puentes angostos, perímetros urbanos, etc.

Una línea de borde de pavimento de color amarillo a la izquierda de la calzada, en vías con separador, indica la finalización de circulación en ese sentido.

108.01.4 LÍNEAS DE CARRIL

Estas líneas servirán para delimitar los carriles que conducen el tránsito en la misma dirección.

También cumplen la función de incrementar la eficiencia del uso de una calle en sitios donde se presentan congestionamientos.

108.01.5 LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE RAMPAS DE ENTRADA O DE SALIDA

Tienen por objeto hacer la separación entre el carril de circulación de una vía de alta velocidad y la rampa de entrada o de salida, donde existen carriles de aceleración o desaceleración para los vehículos.

108.01.6 DEMARCACIÓN DE ZONA DE ADELANTAMIENTO PROHIBIDO

Estas demarcaciones sirven para delimitar longitudinalmente las zonas en las cuales el adelantamiento está prohibido en uno u otro sentido o en ambos a la vez, lo que se indicará por las características especiales de la demarcación central.

108.01.7 DEMARCACIÓN DE BANQUINAS PAVIMENTADAS

Estas demarcaciones deberán hacerse cuando el ancho de las banquetas es superior a 3 m y no existe contraste entre la banquina y la calzada, con el fin de que la banquina no se confunda con un carril adicional.

108.01.8 DEMARCACIÓN DE CANALIZACIÓN

Las demarcaciones de canalización se harán con líneas blancas continuas de 15 cm de ancho, como mínimo. Esta línea, por su anchura, es un valioso medio de regulación del tránsito, para canalizarlo o encarrilarlo y disminuir los cambios de carril.

108.01.9 DEMARCACIÓN DE TRANSICIONES EN EL ANCHO DEL PAVIMENTO

Esta demarcación se usará en zonas en donde el ancho del pavimento esté en transición y se reduce el número de carriles. Se hará con una línea continua, blanca o amarilla según los sentidos de circulación.

108.01.10 DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A OBSTÁCULOS

Los obstáculos dentro de la vía constituyen peligros que deben suprimirse siempre que sea posible. Cuando no se puedan eliminar, debe hacerse todo lo posible para advertir su presencia a los conductores de los vehículos. La demarcación sobre el pavimento deberá usarse para complementar las señales verticales y para guiar el tránsito al aproximarse éste a una obstrucción fija dentro de la vía. La demarcación de aproximación a obstáculos se empleará solamente para complementar la demarcación adecuada sobre la misma obstrucción.

108.01.11 DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A PASOS A NIVEL

Se demarcarán todos los pasos a nivel de una calle o carretera. Las demarcaciones se harán con líneas amarillas longitudinales, líneas blancas transversales y con la letra "X", acompañada de las letras "F" y "C", una a cada lado de dicha "X", para cada carril del cruce, en el sentido de circulación del tránsito.

108.01.12 DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE ESTACIONAMIENTO

Las demarcaciones que limitan los espacios para estacionamiento de vehículos se harán con líneas blancas de 10 cm de ancho, como mínimo. Se utilizarán de la forma más eficiente y ordenada posible los espacios de estacionamiento, evitando invadir las paradas de transporte público, las zonas comerciales, las rampas para discapacitados y las proximidades a las esquinas.

108.01.13 DEMARCACIÓN DE USO DE CARRIL

Esta demarcación se hará a la entrada a intersecciones para indicar al usuario la manera correcta de entrar, previéndole los giros derechos o izquierdos e indicándole el sitio en donde debe efectuarlos y se hará con leyendas y flechas de color blanco, que complementan las señales verticales.

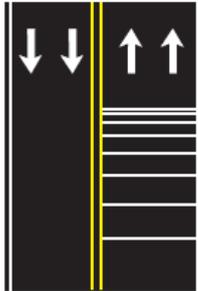
108.01.14 DEMARCACIÓN DE PARADAS DE ÓMNIBUS

Esta demarcación tiene por objeto delimitar un área de detención para la parada de ómnibus. El largo de las dimensiones dependerá de la demanda de ómnibus por hora a que esté sometida la parada. Su color será blanco.

108.01.15 DEMARCACIÓN DE CARRILES DE CONTRA FLUJO

Al tratarse de un carril exclusivo con circulación en contraflujo a la permitida en la vía, la señalización deberá ser más repetitiva y clara, debido al peligro que representa para el tránsito normal de la vía.

108.02 MARCAS TRANSVERSALES



Son franjas de un ancho de 0,3 m a 0,6 m que atraviesan la calzada.

108.02.1 DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE PARE

Esta demarcación deberá usarse en zonas urbanas y rurales para indicar el sitio de parada de vehículos anterior a una señal de tránsito o un semáforo, que reglamenta su detención antes de entrar a una intersección. Su color será blanco.

108.02.2 DEMARCACIÓN DE PASOS PEATONALES

Esta demarcación se empleará para indicar la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada de tránsito. Estas marcas serán de color blanco.

108.02.3 DEMARCACIÓN DE CEDA EL PASO

Esta demarcación deberá usarse en vías urbanas o rurales de alta velocidad, para complementar la señal vertical respectiva.

108.02.4 LÍNEAS ANTIBLOQUEO

Tienen por objeto notificar a los conductores la prohibición de obstruir en una intersección, aún cuando el semáforo se lo permita o gocen de prioridad, si la situación de la circulación es tal, que previsiblemente puedan quedar detenidos de forma que impidan u obstruyan la circulación transversal.

108.02.5 FLECHAS

Son marcas en el pavimento con forma de flechas que indican los sentidos de circulación del tránsito y se utilizarán como señal de reglamentación para el conductor.

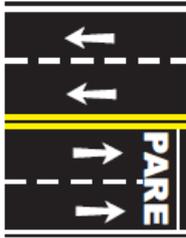
108.02.6 LEYENDAS

Son marcas en el pavimento con leyendas que indican o confirman al conductor ciertas restricciones mostradas en la señalización vertical. Sirven de refuerzo a la señalización vertical.

108.02.7 SÍMBOLOS

Son pictogramas en el pavimento con formas que indican al conductor la existencia de zonas o sitios con restricciones especiales (paso de minusválidos, ciclovías, pasos peatonales, etc.).

108.03 MARCAS ESPECIALES



108.03.1 CORDONES DE VEREDAS Y ENCAUZADORES DE TRÁNSITO

Se deberán demarcar los cordones que indiquen riesgo o encauzamientos, con el fin de hacerlos más visibles. Será de gran ayuda para los conductores el pintar los cordones frente a una intersección en "T" o cruces similares. También se podrán pintar los cordones cuando frente a ellos sea prohibido estacionar.

108.03.2 DENTRO DE LA VÍA

Se debe evitar todo tipo de obstrucción dentro de la vía, excepto aquellas que son inamovibles como las pilas de puentes e islas necesarias para encauzar el tránsito.

108.03.3 ADYACENTE A LA VÍA

Se señalarán todos los objetos adyacentes a la vía que en cualquier forma interfieran la visibilidad de los usuarios o que constituyan un riesgo para la conducción nocturna.

109. DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL



En esta sección se hace referencia a las características y diseños que deben cumplir los materiales utilizados para la señalización de vías.

109.01 MARCAS LONGITUDINALES

109.01.1 LÍNEAS CENTRALES

Se emplearán estas líneas de color amarillo, para indicar el eje de una calzada con tránsito en los dos sentidos y de color blanco para separar carriles de tránsito, en el mismo sentido (ver figura 109.1). En circunstancias especiales esta línea puede no estar en el centro geométrico de la calzada, como es el caso de transiciones en el ancho del pavimento, cuando hay un carril adicional para marcha lenta, en la entrada a túneles o puentes angostos, etc.

Las líneas centrales deben usarse en los siguientes casos:

- En vías rurales de dos sentidos, con ancho de pavimento de 5,50 m o más,
- En vías secundarias o de jerarquía superior, dentro del perímetro urbano de las poblaciones,
- En todas las calles o carreteras de cuatro o más carriles,
- En autopistas, carreteras principales y secundarias, y
- En todas las vías en donde un estudio de ingeniería de tránsito así lo aconseje.

Las líneas centrales estarán conformadas por una línea segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con una relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5). Tendrán las siguientes dimensiones:

- En vías rurales:

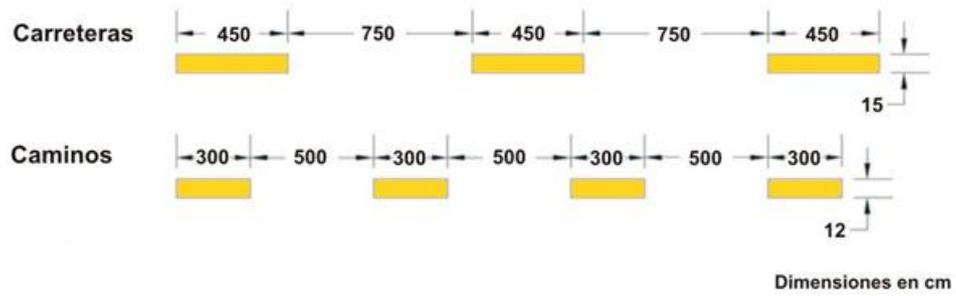
Longitud del segmento pintado 4,50 m.

Longitud del espacio sin pintar 7,50 m.

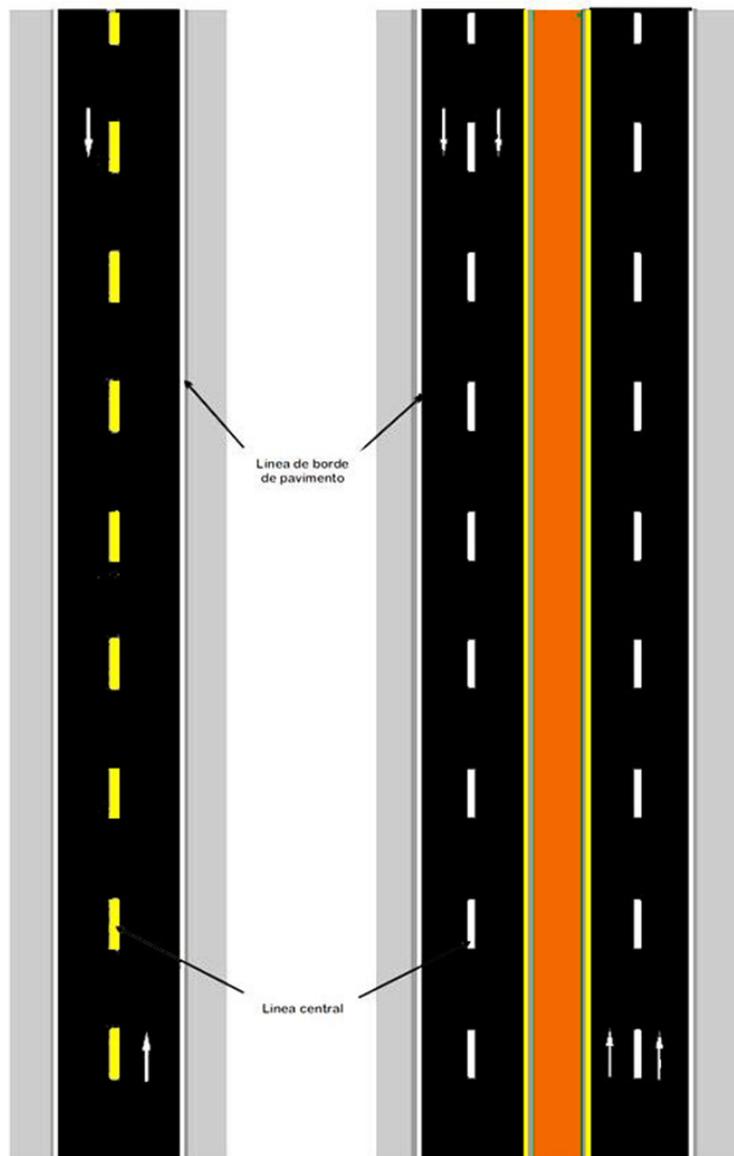
- En vías urbanas:

Longitud del segmento pintado 3,00 m.

Longitud del espacio sin pintar 5,00 m.



(a) Detalle de espesores y distancias



(b) Disposición general

FIGURA 109.1. DEMARCACIÓN DE LÍNEAS CENTRALES EN EL PAVIMENTO

109.01.2 DEMARCACIÓN DE ZONAS DE ADELANTAMIENTO PROHIBIDO

- a) **En perfil:** La altura del ojo del conductor y del vehículo que se acerca, se mide a 1,20 m de la superficie del pavimento.
- b) **En planta:** La visual de los conductores se ubica a 0,50 m a la derecha de la línea de eje de la vía, en cada sentido de circulación

La distancia mínima de visibilidad de adelantamiento y la longitud mínima de la línea de prohibido adelantamiento se calcularán de acuerdo con la velocidad de operación, teniendo en cuenta lo establecido en la tabla 109.1. Ver figura 109.2.

TABLA 109.1 DIMENSIONES DISTANCIAS MÍNIMAS DE VISIBILIDAD PARA DEMARCACIÓN DE ZONAS DE ADELANTAMIENTO PROHIBIDO

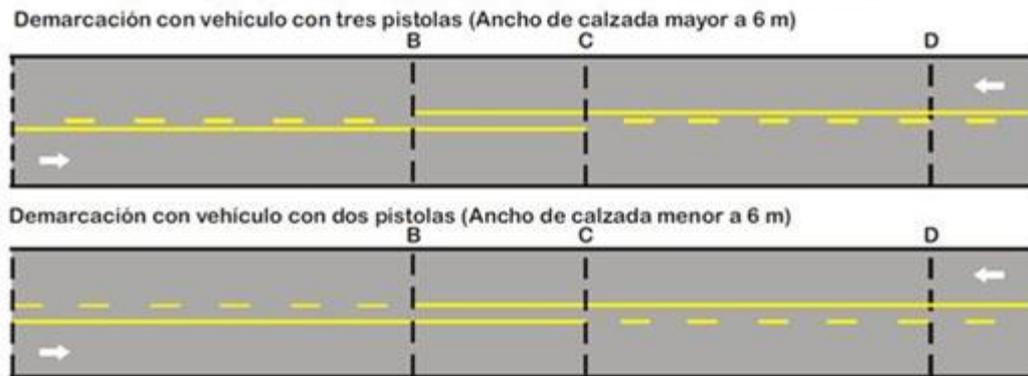
VELOCIDAD (Km/h)	DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (m)	LONGITUD MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO PROHIBIDO (m)
40	140,00	35,00
50	150,00	40,00
60	170,00	45,00
70	210,00	55,00
80	240,00	60,00
100	324,00	80,00
120	400,00	100,00

Cuando la distancia en la cual podría ser permitido adelantar, medida entre los extremos de zonas de adelantamiento prohibido es igual o menor que la distancia de visibilidad de adelantamiento a la velocidad directriz del sector, se debe prohibir el adelantamiento. El resultado del chequeo será:

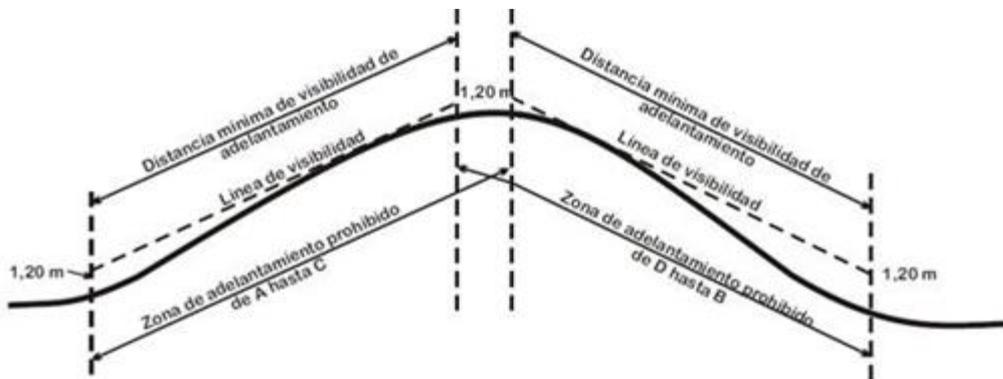
- a) Una línea continua amarilla de 12 cm de ancho como mínimo, cuando esté prohibido pasar de un carril a otro. Cuando la situación sea simultánea en ambos sentidos de circulación, no se demarca la línea discontinua.
- b) Dos líneas continuas amarillas de 10 cm de ancho como mínimo, separadas por un espacio mínimo de 8 cm, cuando esté prohibido pasar de un carril a otro de sentido contrario. En el caso de utilizarse también tachas reflectivas, la separación entre líneas será suficiente para contener las tachas. Ver figura 109.3.
- c) Dos líneas amarillas paralelas de 10 cm de ancho como mínimo, separadas por un espacio de aproximadamente 8 cm, una continua y otra segmentada o las dos continuas, para indicar la prohibición de adelantamiento a los vehículos que transitan en el carril adyacente a la línea continua, cuando se empleen equipos de demarcación de dos pistolas.

Cuando se utilicen equipos de tres pistolas, las dos líneas continuas estarán separadas 28 cm, como mínimo.

Nota: Podrá utilizarse una sola línea continua en vías con ancho de calzada inferior a 5,60 m, cuando en el diseño se presenten dos líneas continuas para indicar zonas de prohibido adelantamiento para ambos sentidos de circulación.



109.2.a) CURVA VERTICAL



109.2.b) CURVA HORIZONTAL

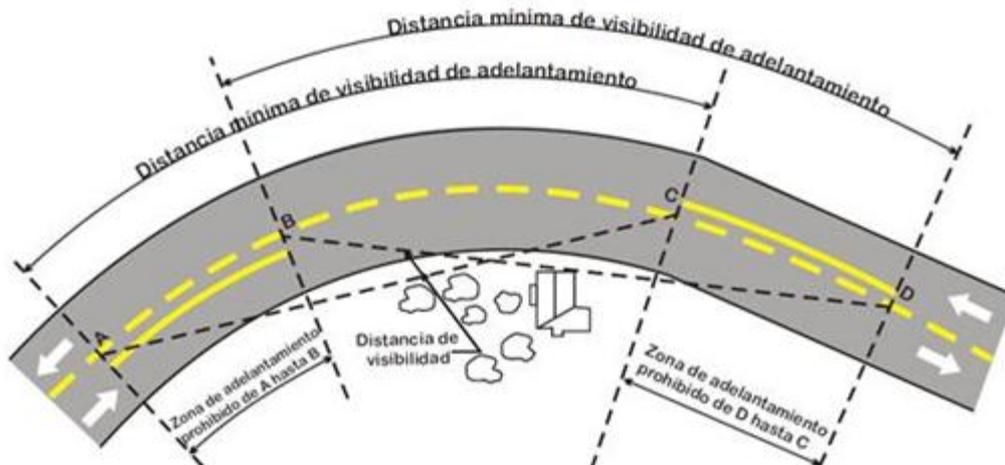


FIGURA 109.2. DEMARCACIÓN DE ZONAS DE ADELANTAMIENTO PROHIBIDO

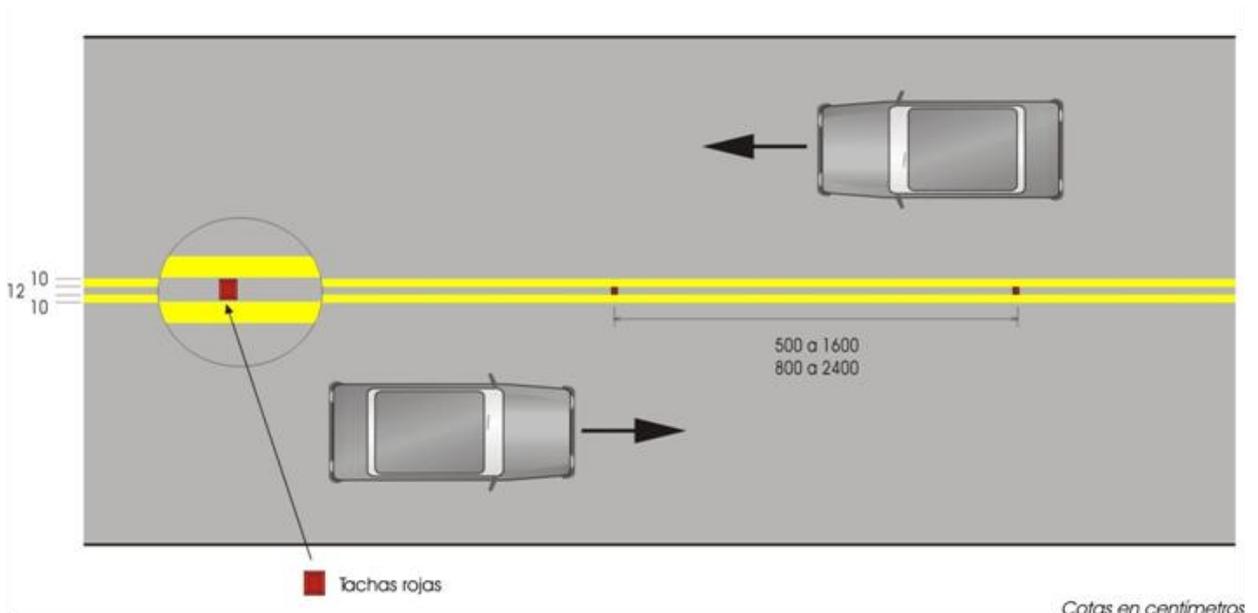


FIGURA 109.3. EJEMPLO DE LÍNEAS CONTINUAS PARALELAS

109.01.2 (A) CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS EN ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO

Las zonas de No Adelantar deben ser identificadas y definidas cuidadosa y adecuadamente conforme a los criterios especificados a continuación, además de los lugares en que exista una distancia de visibilidad de adelantamiento menor a la distancia de adelantamiento mínima.

Esta última distancia es la necesaria para que el vehículo abandone su pista, pase al vehículo que lo precede y retome su pista en forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo que está adelantado, ni la de otro que se desplace en sentido contrario por la pista utilizada para el adelantamiento.

En los siguientes sectores de una vía se prohíbe adelantar, y por tanto debe considerarse una línea continua:

- Banquinas.
- Curvas horizontales sin visibilidad.
- Puentes bidireccionales.
- Pasos a nivel bidireccionales.
- Cruces no regulados.
- Cima de una cuesta (curvas verticales).

Dado que la maniobra de adelantamiento es la de mayor riesgo al conducir, las zonas de NO ADELANTAR deben ser definidas cuidadosamente conforme a los criterios especificados a continuación.

Tratándose de curvas verticales la distancia de visibilidad de adelantamiento es la máxima distancia a lo largo de la cual un objeto que se encuentra 1,20 m por encima de la superficie del pavimento puede ser visto desde un punto, también a 1,20 m por encima del pavimento. Ver figura 109.2 (a).

La distancia de visibilidad de adelantamiento en una curva horizontal es aquella que se mide a lo largo del centro de la pista más a la derecha en el sentido de circulación, entre dos puntos que se encuentran 1,10 m sobre la superficie del pavimento, en la línea tangencial al radio interno u otra obstrucción que recorte la visibilidad dentro de la curva. Ver Figura 109.2 (b).

En la tabla 109.2 se especifican las distancias de adelantamiento mínima según la velocidad máxima permitida en la vía.

TABLA 109.2 DISTANCIA MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO

VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	DISTANCIA MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO (m)
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350
100	430

Una zona de NO ADELANTAR se justifica donde la distancia de visibilidad de adelantamiento es menor que la distancia de adelantamiento mínima señalada en la tabla anterior. Así por ejemplo, en vías con velocidad máxima de 90 km/hr, se debe prohibir el adelantamiento en todos aquellos tramos en que la distancia de visibilidad de adelantamiento sea menor a 350 m.

Las zonas de NO ADELANTAR deben ser indicadas mediante demarcación y señales verticales; la primera se extiende a lo largo de todo el tramo en que rige la prohibición y las segundas se instalan donde se inicia la restricción, como se señala en el Capítulo 103 de esta Guía.

Por razones de seguridad, en ningún caso la extensión de un tramo con prohibición de adelantar debe ser inferior a 150 m. Cuando dicha distancia resulta menor, la demarcación continua faltante debe agregarse al inicio de la zona para completar 150 m.

De igual manera, entre dos zonas de adelantamiento prohibido deben existir a lo menos 120 m que lo permitan; si esta distancia resulta menor se debe prolongar la línea doble continua, uniendo ambas zonas.

109.01.3 LÍNEAS DE BORDE DE PAVIMENTO

Las líneas de borde de pavimento serán de color blanco. En caso de vías con varios carriles de un solo sentido, las líneas del borde de pavimento que es adyacente al separador central, deberán ser de color amarillo. Ver figura 109.4.

Podrán demarcarse líneas de borde de pavimento de color azul en las aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica. Dichas líneas se pintarán en las vías que conduzcan a tales sitios, desde una distancia de 500 m o mayor. En los casos en que se prefiera mantener la línea de borde de pavimento de color blanco, se instalarán tachas reflectivas bidireccionales de color azul, separadas entre sí 3 m.

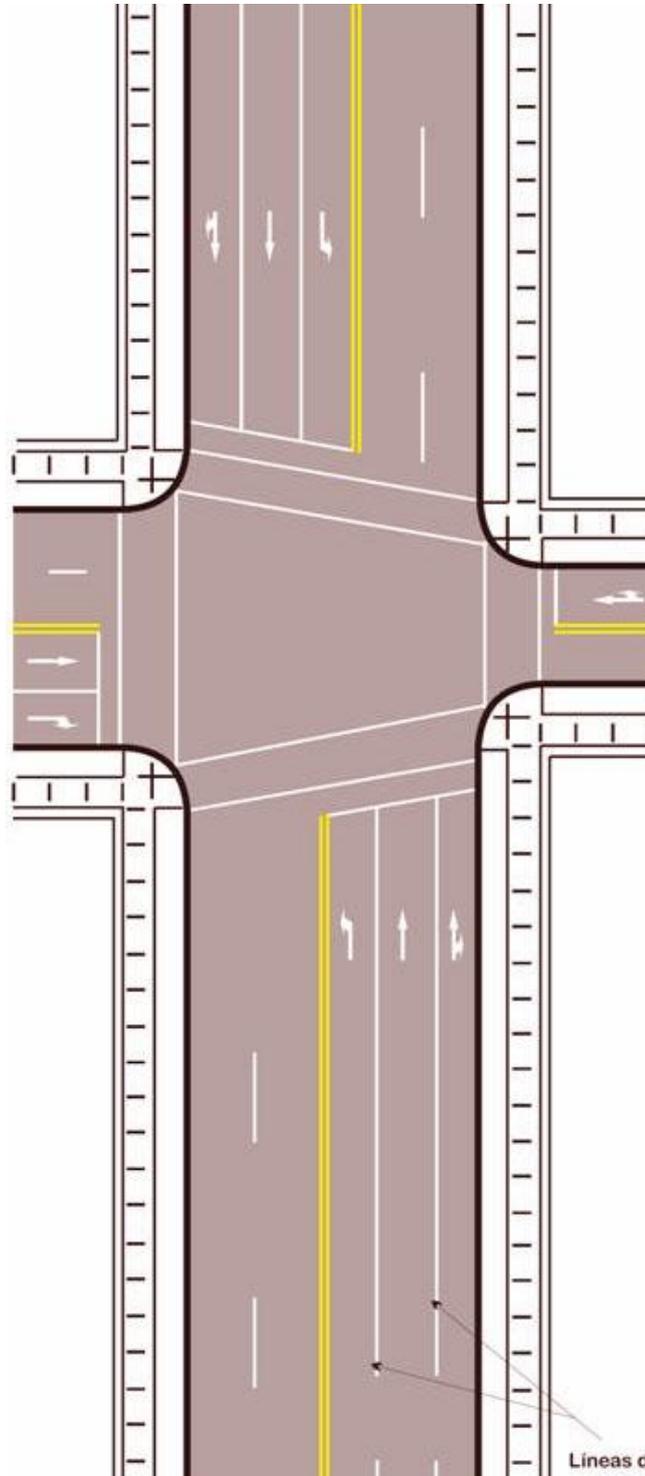


FIGURA 109.4. LÍNEAS DE BORDE EN EL PAVIMENTO

109.01.4 LÍNEAS DE CARRIL

Se usará una línea blanca segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5), conforme a las siguientes dimensiones:

➤ En vías rurales:

Longitud del segmento pintado 4,50 m.

Longitud del espacio sin pintar 7,50 m.

➤ En vías urbanas:

Longitud del segmento pintado 3,00 m.

Longitud del espacio sin pintar 5,00 m.

Cuando el cambio de carril puede acarrear un riesgo, si no se efectúa con precaución, se usará una línea blanca continua de 12 cm de ancho, como mínimo. Ver figura 109.5.

109.01.4 (A) LÍNEA BLANCA SEGMENTADA

Las líneas blancas segmentadas se dispondrán en tramos de una vía, donde se permite reglamentariamente la maniobra de cambio de pista, desde una pista normal de circulación a otra también de circulación normal.

Dependiendo de la categoría de la vía en cuestión, la relación entre longitudes de los segmentos demarcados, brechas de separación y anchos de segmentos, deberán cumplir con lo indicado en la tabla 109.3.

TABLA 109.3 RELACIÓN DEMARCACIÓN / ESPACIO SIN PINTAR EN LÍNEA BLANCA SEGMENTADA

VELOCIDAD MÍNIMA DE LA VÍA (km/h)	PATRÓN (m)	RELACIÓN DEMARCACIÓN / LONGITUD SIN PINTAR
Mayor a 80	12	1 a 3
Menor o igual a 80	8	3 a 5

Por ejemplo, para una vía con velocidad máxima inferior a 60 km/hr se debe usar un patrón de 8 m y una relación 3 a 5, lo que se traduce en líneas de 3 m demarcadas seguidas de 5 m sin demarcar.

La demarcación elevada (tachas) debe ser de color blanco e instalarse centrada en todos los espacios sin pintar o espacio no pintado por medio. Ver figura 109.5.

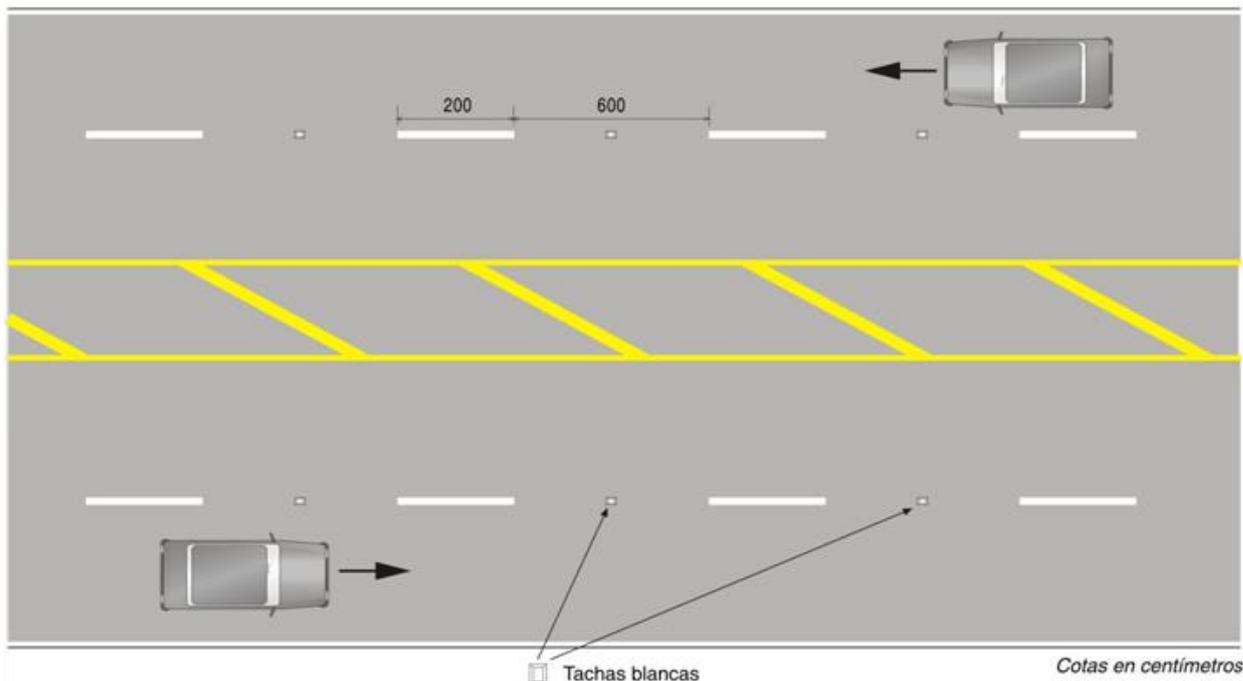


FIGURA 109.5. EJEMPLO DE LÍNEAS BLANCAS SEGMENTADAS

109.01.4 (B) LÍNEAS SEGMENTADAS ESPECIALES

109.01.4 (B1) LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE RAMPAS DE ENTRADA O DE SALIDA

Estas líneas serán de color blanco, intermitentes con tramos de un metro (1,0 m), separadas un metro (1,0 m) y con un ancho mínimo de 0,15 m (vías Secundarias y Terciarias) o con tramos de un metro (1,0 m), separadas dos metros (2,0 m) y con un ancho mínimo de 0,20 m (vías Primarias). Ver figuras 109.6, 109.7 y 109.8.

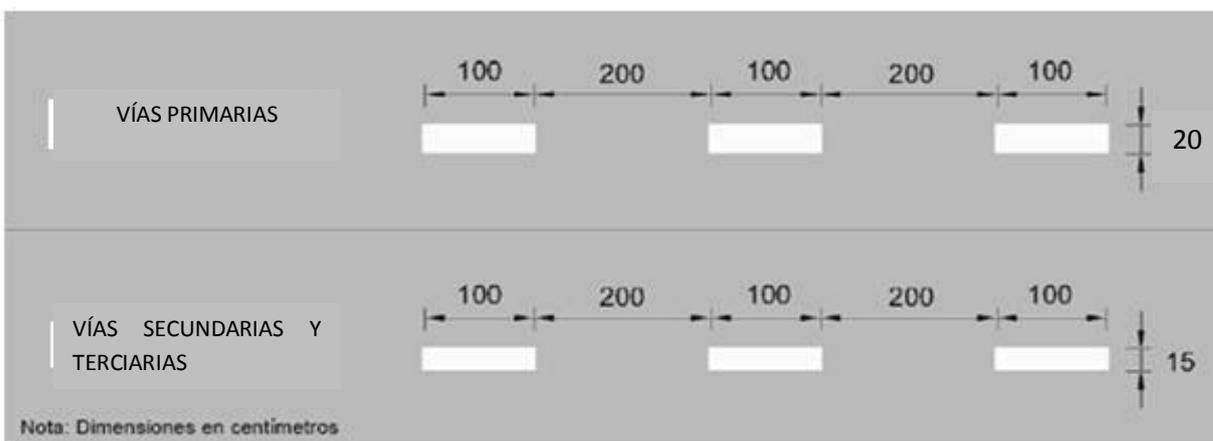
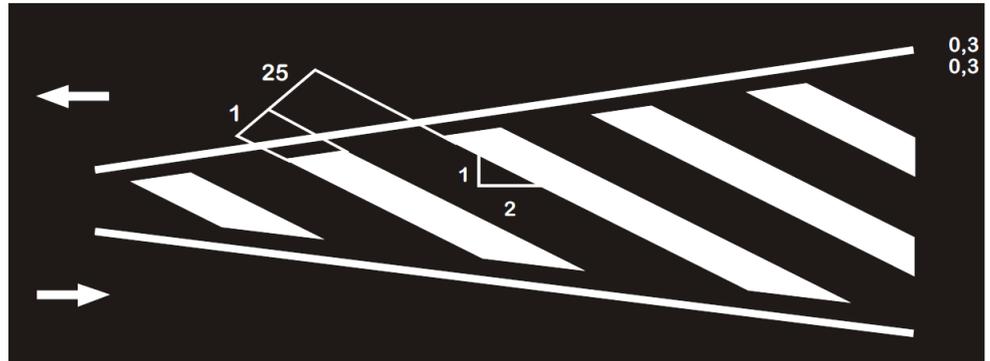
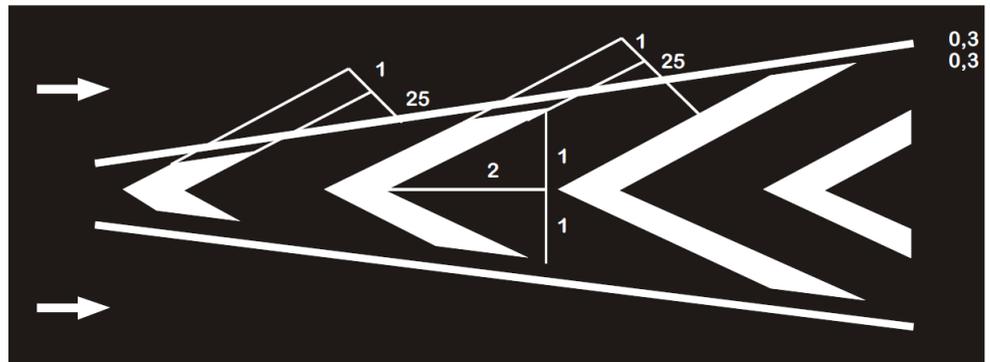


FIGURA 109.6. RELACIONES DE DEMARCACIÓN EN RAMPAS DE ENTRADA O DE SALIDA

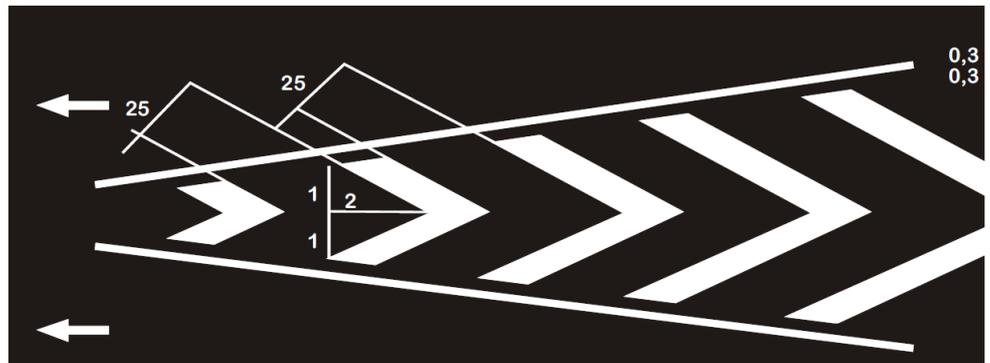
Circulación en
doble sentido



Divergente



Convergente



OBSERVACIONES: Las franjas oblicuas deberán ser aproximadamente perpendiculares a la dirección del movimiento prohibido.

FIGURA 109.8. LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE RAMPAS DE ENTRADA O DE SALIDA (DETALLES)

109.01.4 (B2) PISTAS AUXILIARES DE TRÁNSITO LENTO

Estas líneas sirven para separar la pista reservada al tránsito de determinados vehículos que circulan con velocidades menores a la máxima de diseño.

En el tramo donde se incorpora la pista especial, será necesario demarcar en la calzada, flechas rectas que indiquen el sentido del tránsito. Los anchos y la relación entre las longitudes de los segmentos demarcados y los espacios sin pintar de separación, deberán cumplir con lo indicado en tabla 109.3.

109.01.4 (B3) LÍNEA SEGMENTADA DE BORDE DE CALZADA

Las líneas segmentadas de borde de calzada, deben ser empleadas en lugares de emplazamiento de accesos particulares y para delimitar ensanchamientos de calzada destinadas al estacionamiento o detención de vehículos. La relación entre las longitudes de los segmento demarcados y de las brechas de separación y anchos deberán cumplir con lo indicado en tabla 109.3.

109.01.4 (c) LÍNEA BLANCA CONTINUA

La línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella.

La línea continua se utiliza para:

- **Demarcar la separación de carriles.**
Para un mismo sentido de flujo en donde no es permitida la maniobra de adelantamiento. Se prohíbe reglamentariamente el cambio de pistas en cruces, disponiéndose líneas de pistas continuas, en cruces controlados por las señales estáticas “CEDA EL PASO” o “PARE” y en cruces controlados por señales dinámicas “SEMÁFORO”, en una longitud de 20 metros medidos desde la línea de detención. Ver Figura 109.4.
- **Demarcar el borde derecho de la calzada.**
Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, dónde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente sobre ésta.

Estas demarcaciones son la única orientación para un conductor cuando es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, de allí la importancia que presenta en caminos y carreteras bidireccionales.

En áreas urbanas, cuando las características geométricas de la vía generan condiciones de riesgo, como por ejemplo: curvas cerradas, variaciones de ancho de calzada o cuando no existe iluminación apropiada, estas líneas presentan una gran utilidad para el conductor, por lo tanto deben ser consideradas en el diseño.

Estas líneas deberán disponerse de los anchos indicados en el esquema siguiente, en función del tipo de vía. Para velocidades menores a 60 km/h, el ancho de la línea continua será de 12 cm. Para rutas con velocidades mayores, su ancho será de 15 cm.

109.01.5 DEMARCACIÓN DE BANQUINAS PAVIMENTADAS

Estas demarcaciones deberán hacerse cuando el ancho de las banquetas es superior a 3 m y no existe contraste entre la banquina y el carril de circulación, con el fin de que la banquina no se confunda con un carril adicional.

Se hará con líneas blancas, diagonales a la dirección del eje de la vía, con ancho de 30 cm y espaciamiento de 20 m entre cada una de ellas, formando un ángulo de 45 grados con la línea de borde de pavimento. La demarcación de banquetas pavimentadas exige la presencia de la línea de borde de pavimento. Ver figura 109.9.

109.01.6 DEMARCACIÓN DE CANALIZACIÓN

Las demarcaciones de canalización se harán con líneas blancas continuas de 15 cm de ancho, como mínimo. Esta línea, por su anchura, es un valioso medio de regulación del tránsito, para canalizarlo o encarrilarlo y disminuir los cambios de carril.

Estas demarcaciones se emplearán, así:

- Para indicar refugios en un área pavimentada.
- Para separar carriles exclusivos para giro, de los demás carriles de tránsito.
- Para demarcar rampas de entrada y salida en autopistas.

El uso de esta demarcación se limita a sitios en donde no es necesario emplear una restricción severa en forma de barrera física. Ver figura 109.10.

La longitud mínima de estas líneas es de 30 m en zona urbana y de 60 m en zona rural.

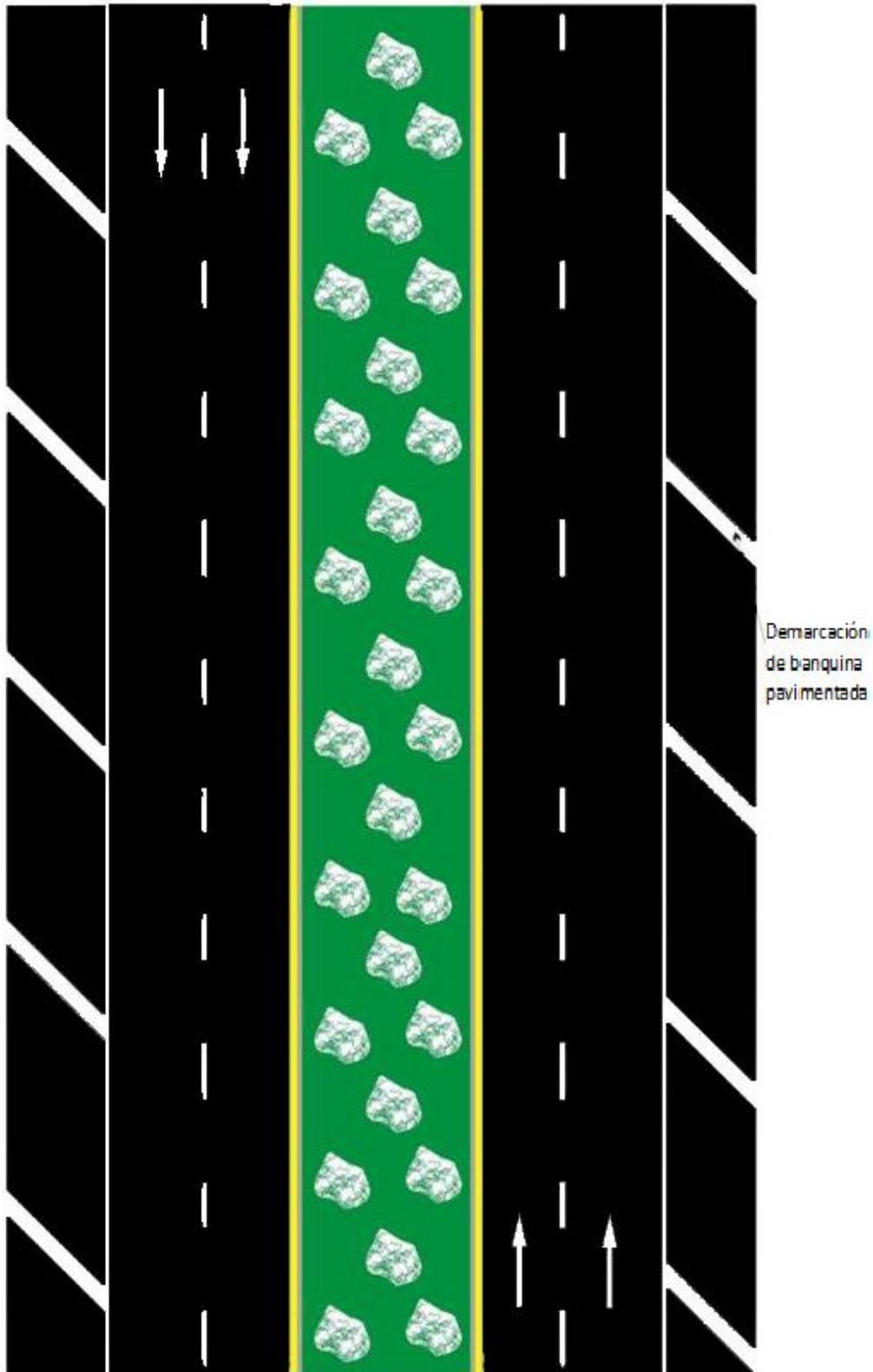


FIGURA 109.9. DEMARCACIÓN DE BANQUINAS PAVIMENTADAS

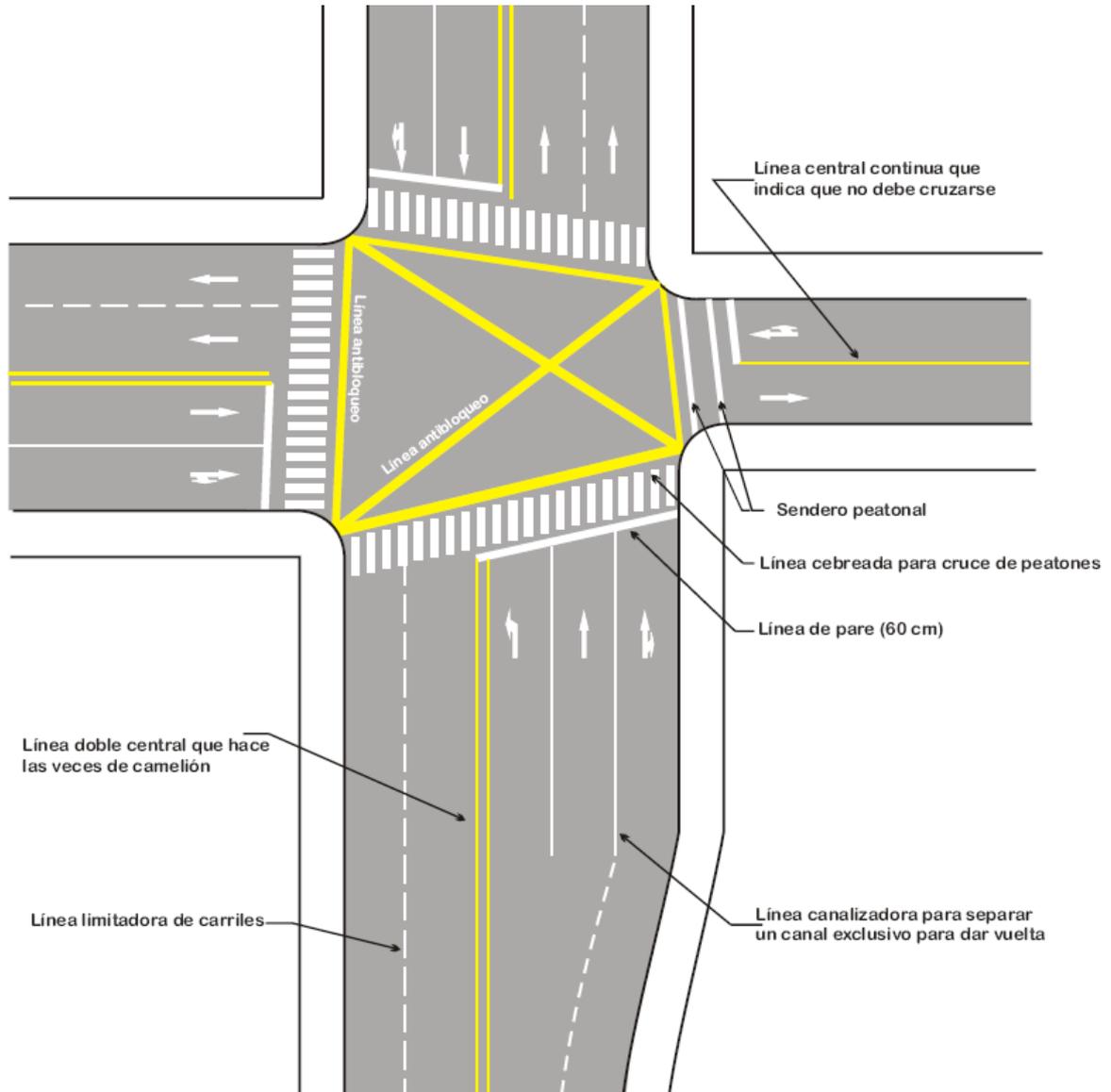


FIGURA 109.10. DEMARCIÓN DE CANALIZACIÓN

109.01.7 DEMARCIÓN DE TRANSICIÓN EN EL ANCHO DEL PAVIMENTO

Esta demarcación se usará en zonas en donde el ancho del pavimento esté en transición y se reduce el número de carriles. Se hará con una línea continua, blanca o amarilla según los sentidos de circulación, de 12 cm de ancho como mínimo.

La longitud de la demarcación estará dada por las expresiones:

Para vías donde $v > 60$ km/h:

$$L = 0,6 AV \approx AV/1,6$$

Para vías donde $v \leq 60$ km/h:

$$L = AV^2/155$$

Donde:

L = Longitud de la transición en metros. En todo caso, $L \geq 10$ m.

A = Diferencia del ancho de calzada entre los extremos de la zona de transición, en metros.

V = Velocidad del 85% de los usuarios, determinada mediante un estudio de ingeniería de tránsito, o en su defecto la velocidad máxima de diseño en kilómetros por hora.

La tabla 109.4 muestra los valores calculados de la longitud de transición sobre la base de las expresiones anteriores.

TABLA 109.4 LONGITUD MÍNIMA DE LA ZONA DE TRANSICIÓN

A (m)	VELOCIDAD (km/h) ^(*)								
	≤ 40	50	60	70	80	90	100	110	120
0,5	10	10	20	25	25	30	35	35	40
1,0	15	20	40	45	50	60	65	70	75
1,5	20	25	60	70	75	85	95	100	110
2,0	25	35	75	90	100	115	125	135	145
2,5	30	45	95	110	125	145	160	170	180
3,0	35	50	115	135	150	170	190	200	220
3,5	40	60	135	155	175	200	220	240	260

(*) Los valores se han aproximado al múltiplo de cinco inmediatamente superior.

En transiciones de ancho del pavimento no son suficientes las líneas de demarcación por sí mismas para encarrilar el tránsito con seguridad a través de ellas. Deben usarse también señales verticales, líneas de borde y un mínimo de 4 flechas de terminación de carril (ver figuras 109.11 y 109.12) en intervalos decrecientes. Las líneas de pista se deben interrumpir más allá de la señal vertical, a un cuarto de la distancia que separa a la señal del inicio de la transición.

Dado el riesgo que involucran estas transiciones, es conveniente que las líneas de borde de calzada en estas zonas sean lo más anchas posibles, para garantizar su visibilidad en toda circunstancia. También es conveniente reforzarlas con demarcación elevada instalada uniformemente, manteniendo una distancia de 8 m a 12 m entre cada elemento.

109.01.8 DEMARCACIÓN DE USO DE CARRIL

Esta demarcación se hará a la entrada a intersecciones para indicar al usuario la manera correcta de entrar, previéndole los giros derechos o izquierdos e indicándole el sitio en donde debe efectuarlos y se hará con leyendas y flechas de color blanco, que complementan las señales verticales, de acuerdo con lo indicado en la figura 109.10.

Para las leyendas se utilizará el alfabeto para marcas sobre el pavimento, y para las flechas, las que se recomiendan en el figura 109.11.

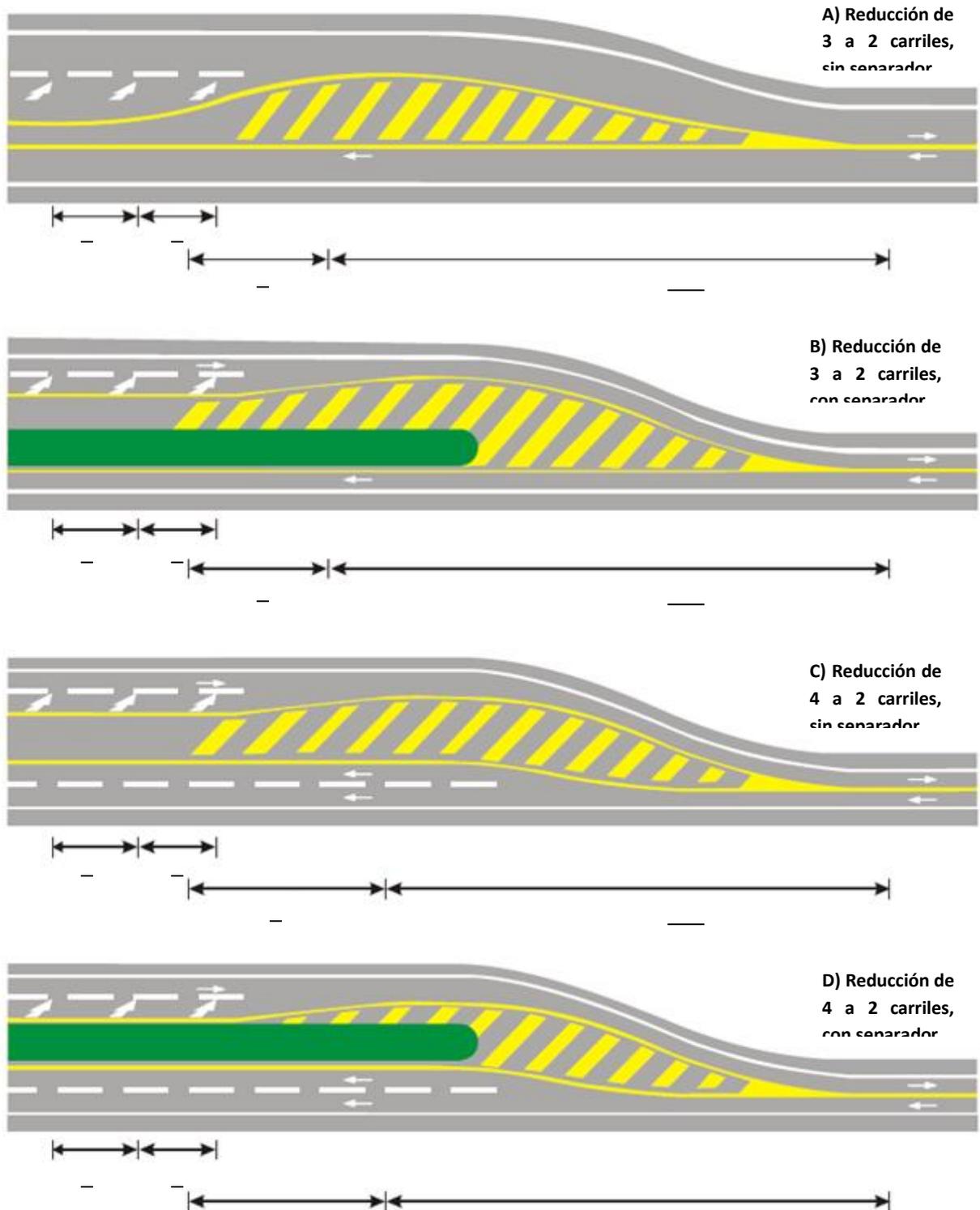


FIGURA 109.11. DEMARCACIÓN DE TRANSICIÓN EN EL ANCHO DEL PAVIMENTO (DISPOSICIÓN GENERAL)

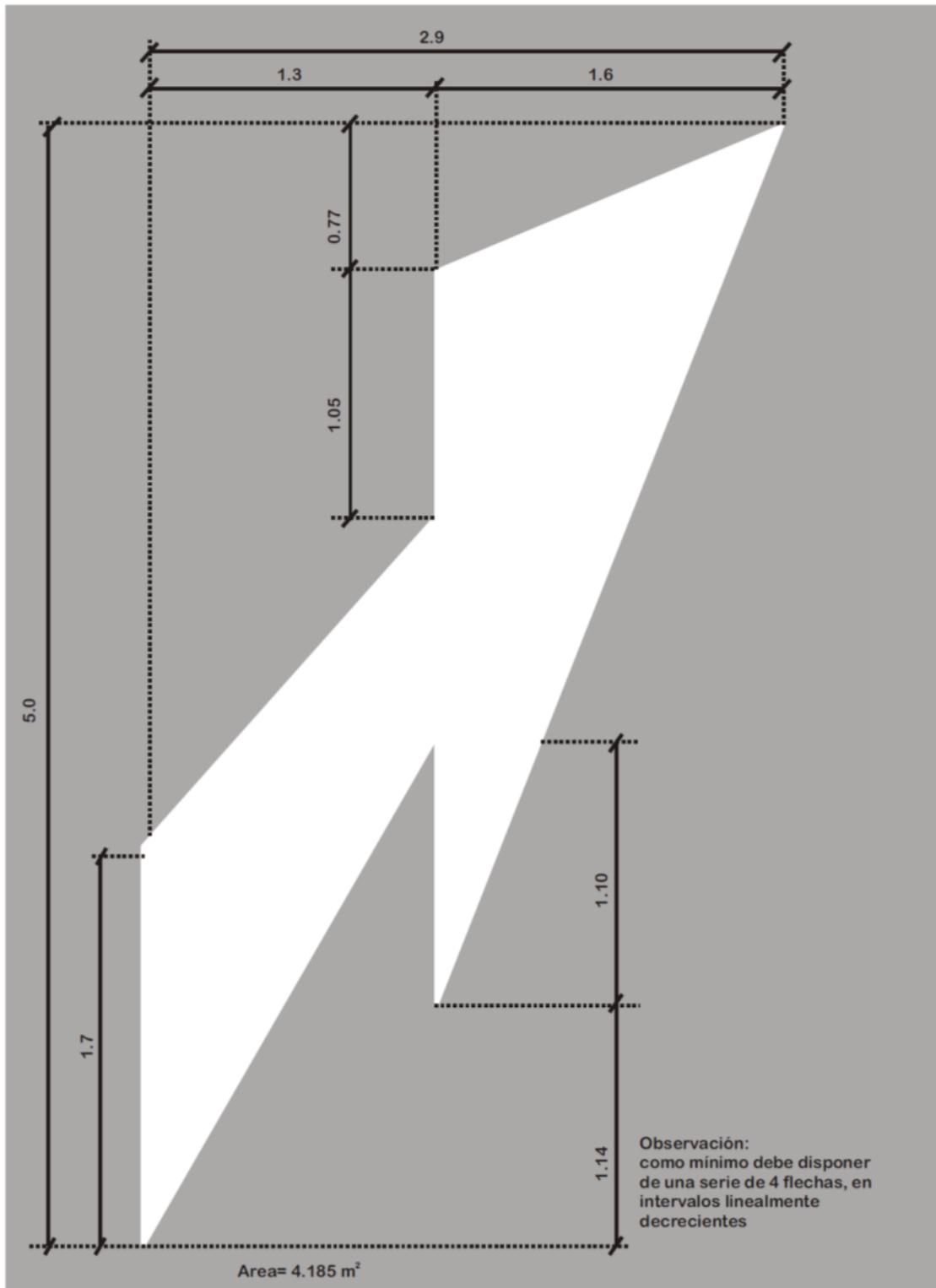


FIGURA 109.12. FLECHAS DE TERMINACIÓN DE CARRIL

109.01.9 DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A OBSTRUCCIONES

En la demarcación de aproximación a obstrucciones se tendrá en cuenta si el tránsito se puede efectuar sólo por el lado derecho del obstáculo, o por ambos lados del mismo.

En el primer caso, la demarcación se hará con una línea diagonal continua de color amarillo, de 12 cm de ancho como mínimo, que inicie de la línea central a una distancia L anterior al obstáculo y con extremo en un punto localizado a una distancia comprendida entre 30 y 60 cm, lateralmente a la obstrucción, según se indica en las figuras 109.13 (a) y 109.13 (b).

En el segundo caso, la demarcación se hará con líneas continuas de color blanco de 12 cm de ancho como mínimo, con extremos sobre la línea central en puntos localizados a una distancia L, a uno y otro lado de la obstrucción y que pasen entre 30 y 60 cm del punto más cercano a éste, según se indica en las figuras 109.13 (c) y 109.13 (d).

La longitud de la demarcación estará dada por las expresiones:

Para vías donde $v > 60$ km/h:

$$L = 0,6 AV \approx AV/1,6$$

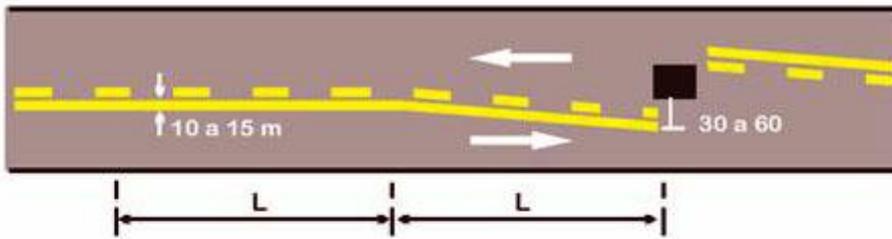
Para vías donde $v \leq 60$ km/h:

$$L = AV^2/155$$

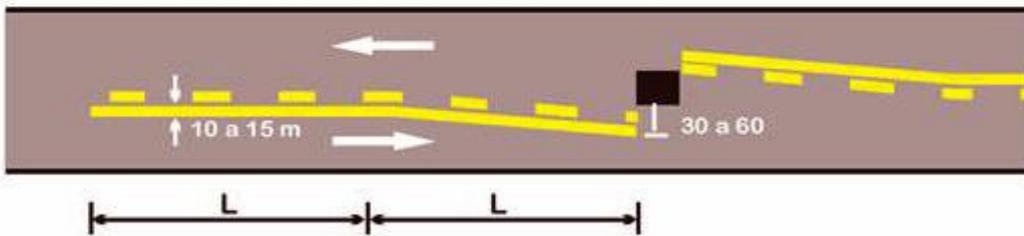
Las variables tienen la misma significación que en el acápite 109.01.7.

La mínima longitud L es de 30 m en áreas urbanas y de 60 m en áreas rurales.

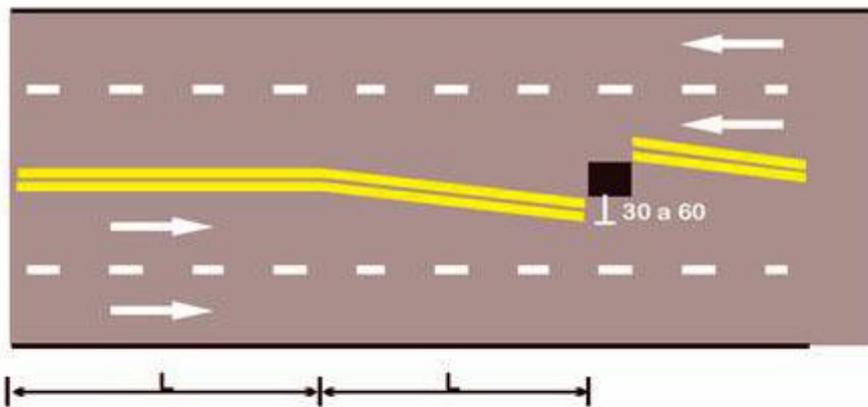
a) Centro de vía de 2 carriles con línea central sólida



b) Centro de vía de 2 carriles sin línea central sólida



c) Centro de vía de 4 carriles



d) El tránsito pasando por ambos lados de la construcción

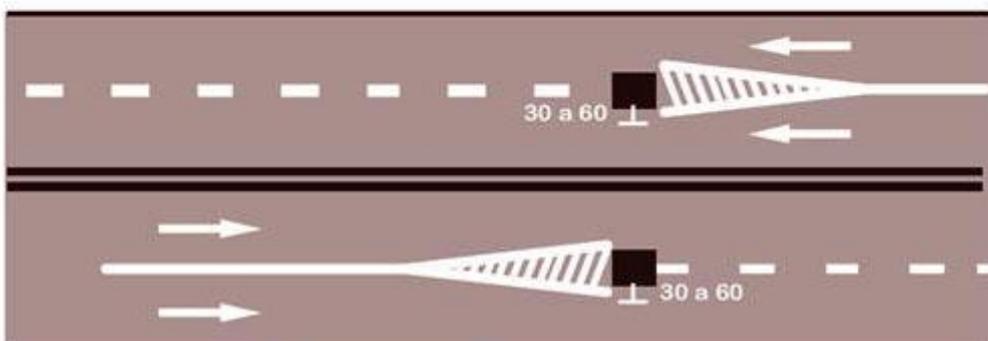


FIGURA 109.13. DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A OBSTRUCCIONES

109.01.10 DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A PASOS DE NIVEL

Se demarcarán todos los pasos a nivel de una calle o carretera. Las demarcaciones se harán con líneas amarillas longitudinales de 12 cm de ancho como mínimo, líneas blancas transversales de 60 cm de ancho y con la letra "X", acompañada de las letras "F" y "C", una a cada lado de dicha "X", para cada carril del cruce, en el sentido de circulación del tránsito, tal como se muestra en la figura 109.14.

La señalización horizontal de aproximación a pasos a nivel deberá ser complementada con la demarcación de zonas de adelantamiento prohibido y con los semáforos y barreras descritos en los capítulos de Señalización Vertical y Semáforos de esta guía.

109.01.11 DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE ESTACIONAMIENTO

Las demarcaciones que limitan los espacios para estacionamiento de vehículos se harán con líneas blancas de 10 cm de ancho, como mínimo. Se utilizarán de la forma más eficiente y ordenada posible los espacios de estacionamiento, evitando invadir los paraderos de transporte público, las zonas comerciales, las rampas para discapacitados y las proximidades a las esquinas. La disposición de estas líneas se indica en la figura 109.15. El estacionamiento en batería (inclinado), por lo general deberá evitarse en las vías, aunque en ocasiones podrá estar justificado, como en casos de aprovechamiento de espacios o de calzadas de más de 20 m de ancho, con tránsito de poca intensidad y bajas velocidades. También puede ser utilizado en parqueaderos ubicados fuera de las vías. En la figura 109.16 se ilustra este tipo de demarcaciones.

En zonas autorizadas para el estacionamiento de taxis, las líneas serán de color amarillo y de color azul.

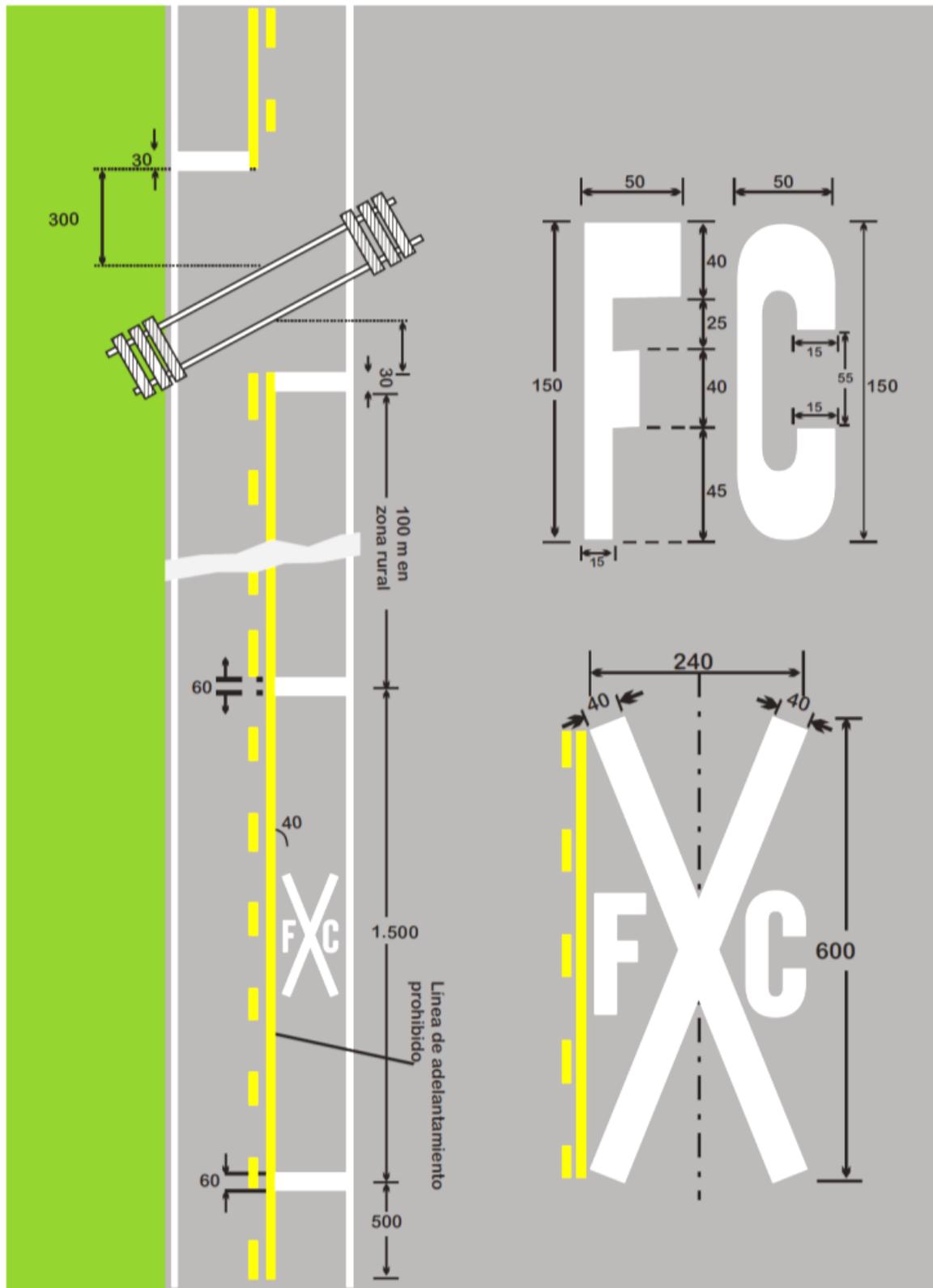


FIGURA 109.14. DEMARCACIÓN DE APROXIMACIÓN A PASOS A NIVEL

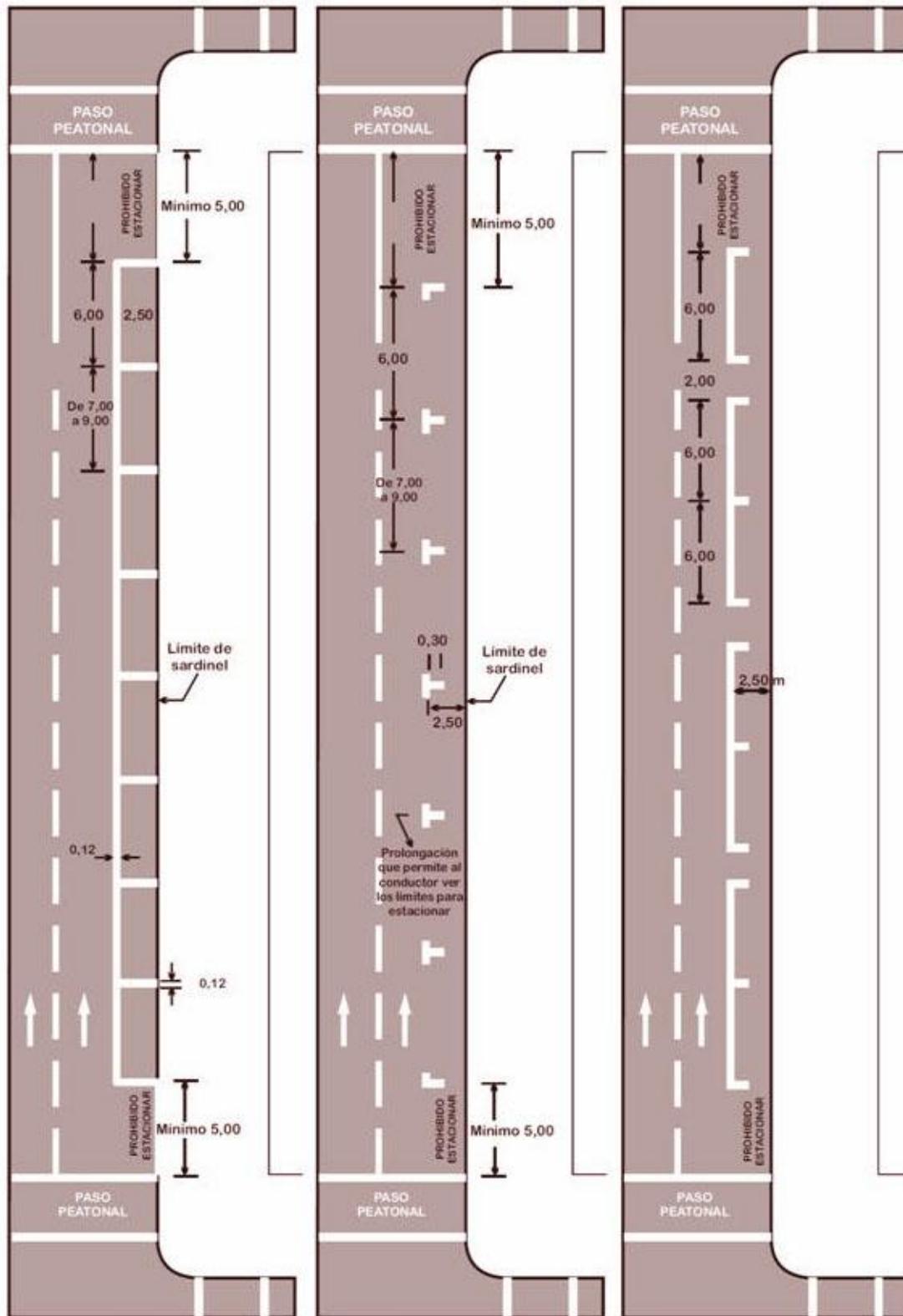


FIGURA 109.15. DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE ESTACIONAMIENTO (PARALELAS A LA CALZADA)

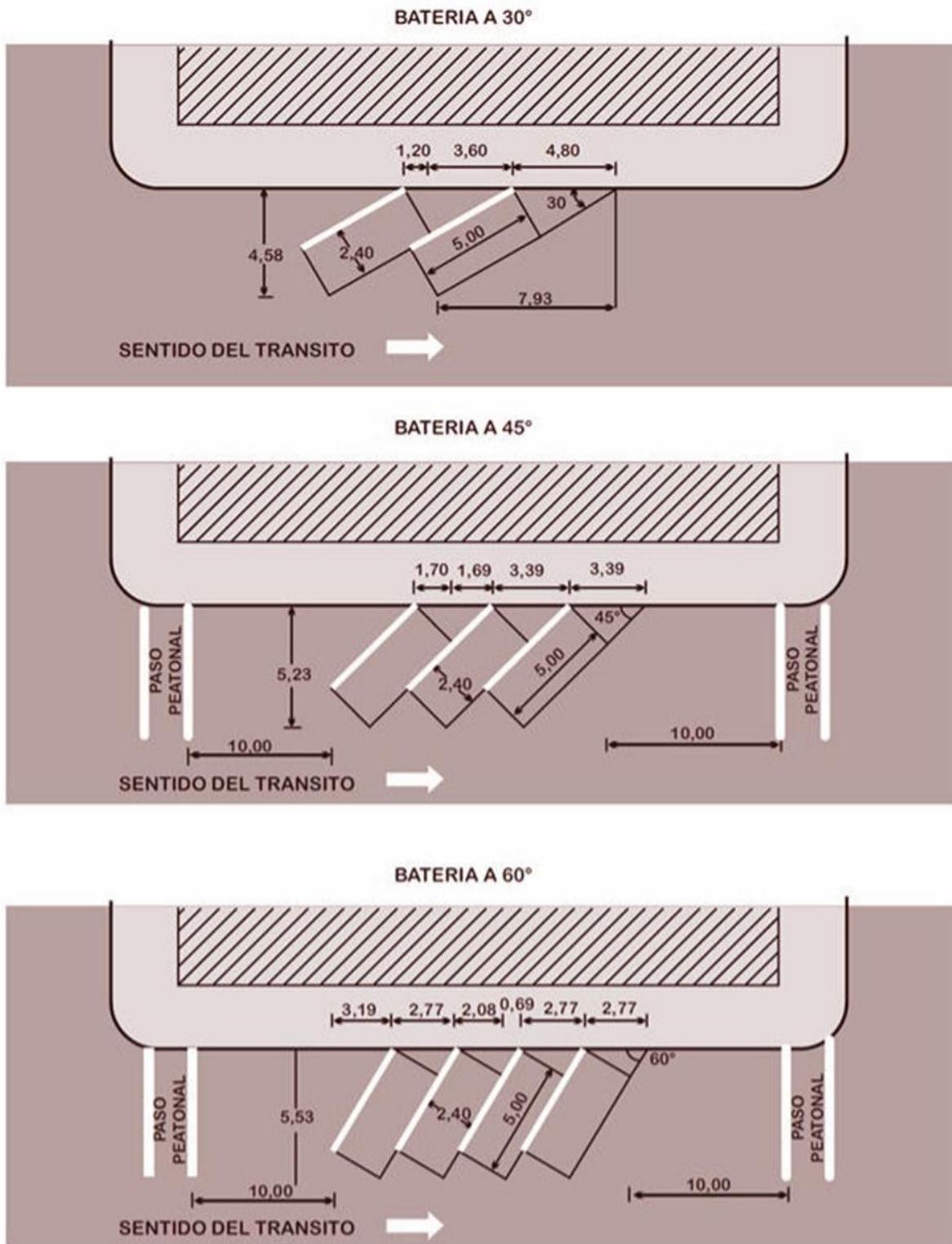


FIGURA 109.16 DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE ESTACIONAMIENTO (OBLICUAS A LA CALZADA)

109.01.12 DEMARCACIÓN DE PARADAS DE ÓMNIBUS

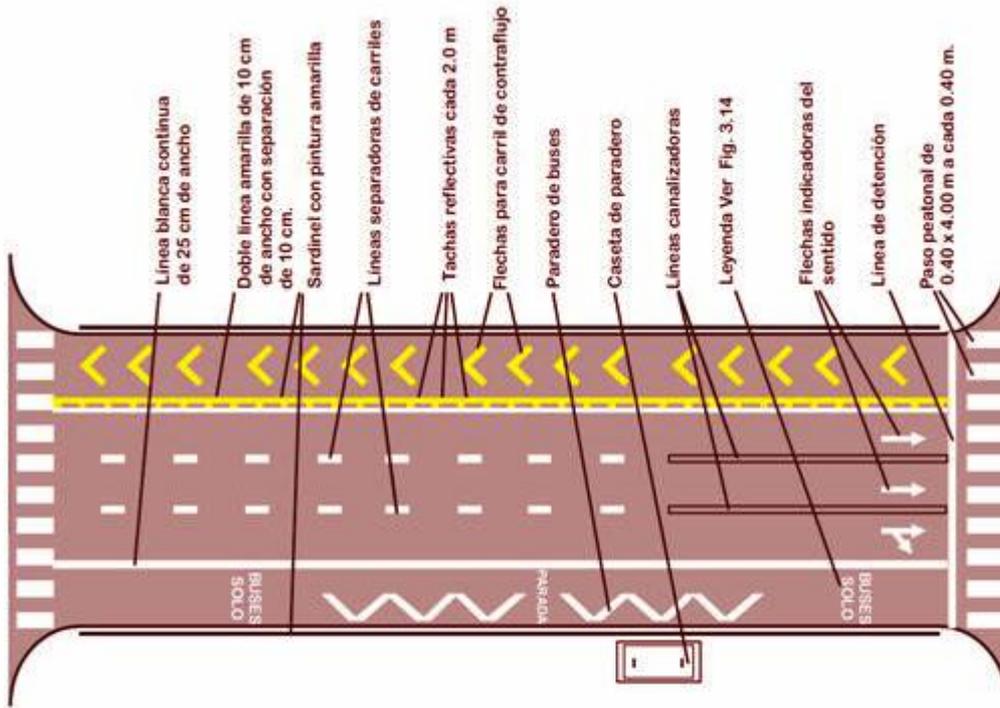
Esta demarcación tiene por objeto delimitar un área de detención para la parada de buses. En la figura 109.17, se presenta el diseño de la parada. El largo de las dimensiones dependerá de la demanda de buses por hora a que esté sometida la parada. Su color será blanco.

109.01.13 DEMARCACIÓN DE CARRILES DE CONTRAFLUJO

Al tratarse de un carril exclusivo con circulación en contraflujo a la permitida en la vía, la señalización deberá ser más repetitiva y clara, debido al peligro que representa para el tránsito normal de la vía. Ver figura 109.18.

El carril estará marcado con una doble línea, amarilla para la zona adyacente al carril de contraflujo y blanca para la zona adyacente al tránsito en flujo normal, de 12 cm de ancho como mínimo cada una, separadas entre sí, no menos de 8 cm. Llevará flechas amarillas con doble cabeza indicando los dos sentidos de circulación, con un espaciamiento de 50 m aproximadamente entre ellas, debiendo coincidir su colocación con el centro longitudinal del carril de contraflujo, como mínimo se deberá colocar una flecha al inicio y final de cada cuadra. Además, llevará espaciadas entre sí, cada 4 m aproximadamente, tachas de color amarillo, instaladas entre la doble línea delimitadora del carril. Estas marcas se indican en la figura 109.19.

La señalización horizontal de carriles en contraflujo o reversibles deberá ser complementada con señalización vertical, indicando los horarios correspondientes y el punto de inicio y fin de la medida.



MARCAS EN PARADEROS DE BUSES

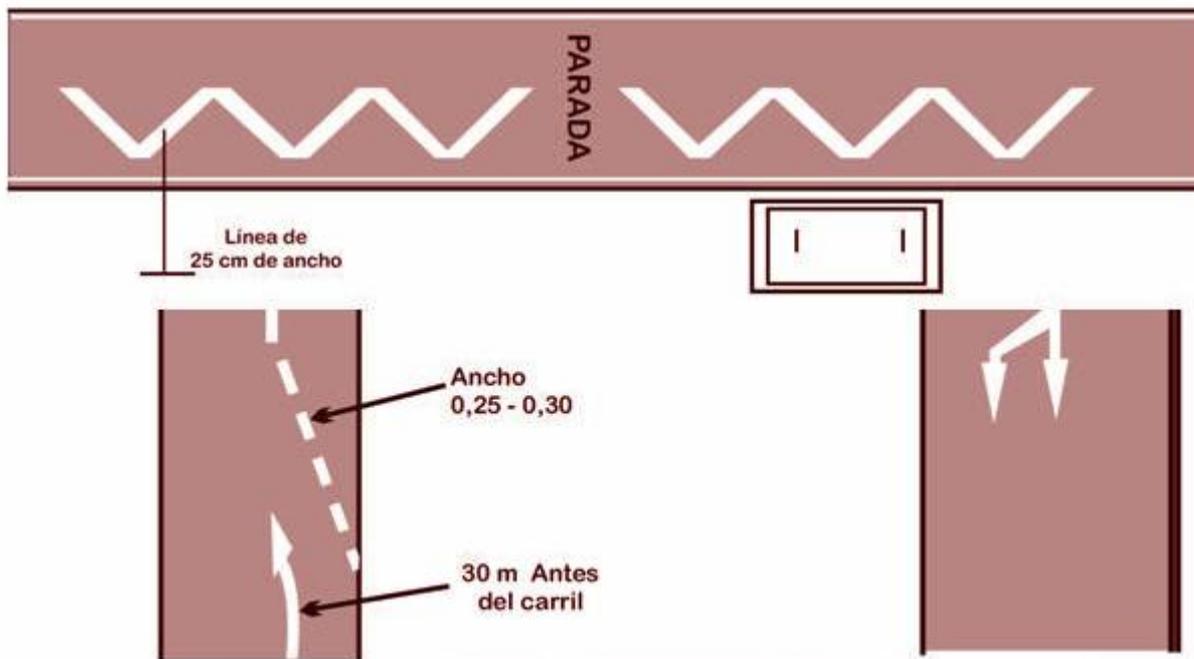


FIGURA 109.17 DEMARCACIÓN DE LÍNEAS PARADAS DE ÓMNIBUS (DISPOSICIÓN GENERAL)

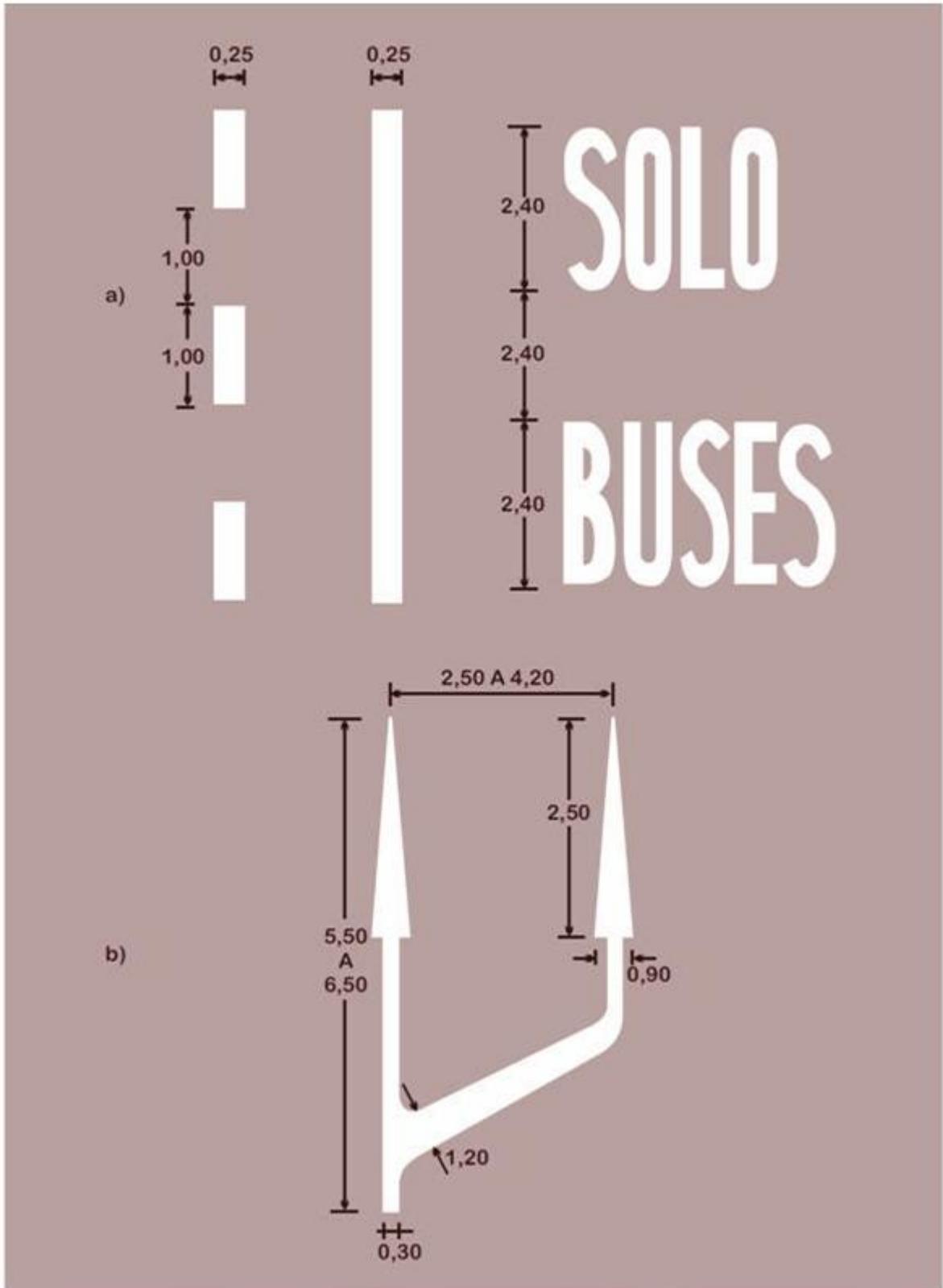


FIGURA 109.18 DEMARCACIÓN DE CARRILES DE CONTRAFLUJO (DETALLE)

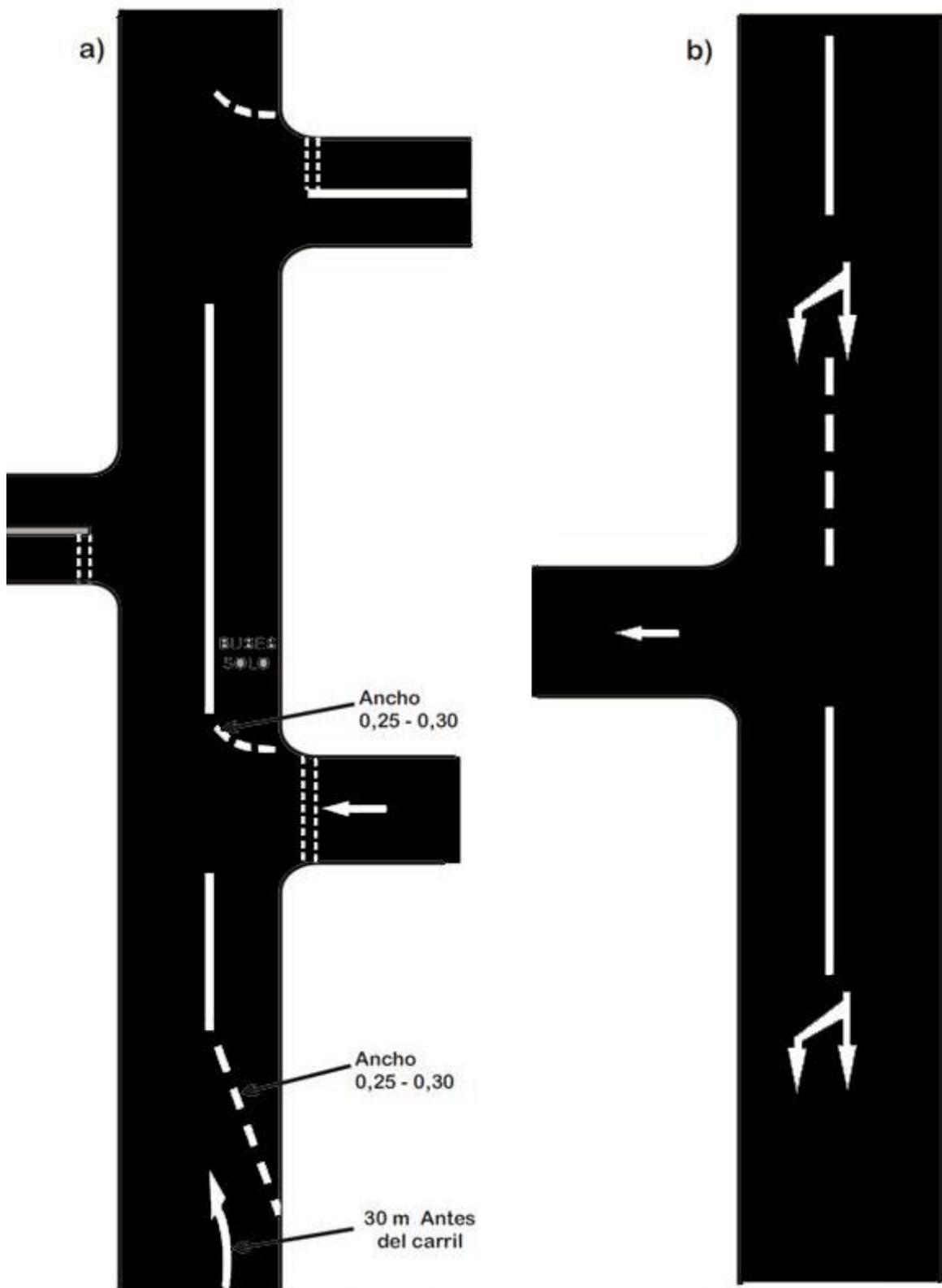


FIGURA 109.19 DEMARCACIÓN DE CARRILES DE CONTRAFLUJO

109.01.14 FLECHAS

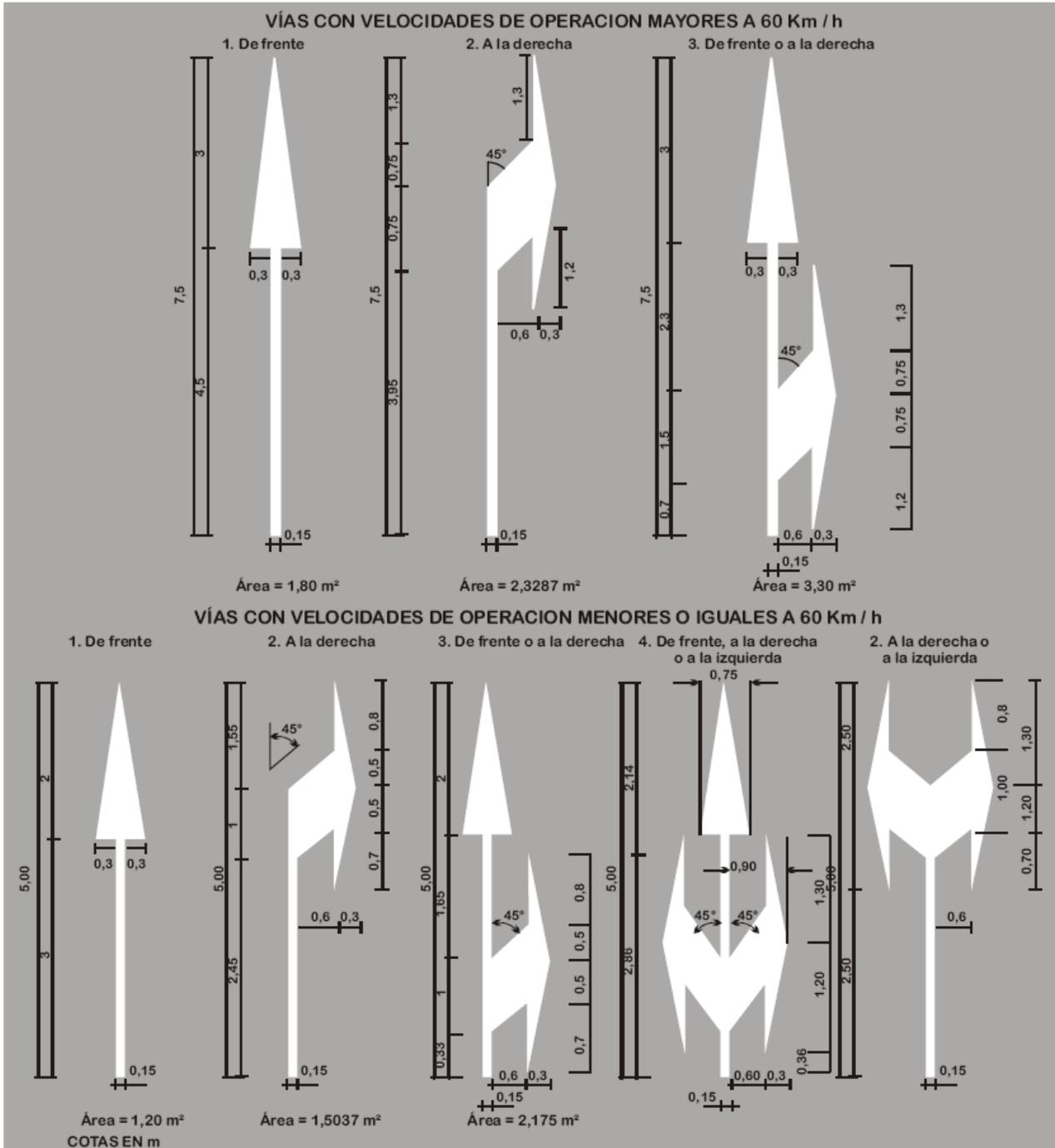
Las marcas en el pavimento con forma de saeta son denominadas flechas, e indican los sentidos de circulación del tránsito y se utilizarán como señal de reglamentación para el conductor (ver figura 109.20). Cuando un movimiento en otro sentido esté prohibido, se deberá agregar la palabra "SOLO" o cuando el carril permite un movimiento en especial. Estas marcas deberán repetirse anticipadamente sobre el carril exclusivo de giro para prevenir y ayudar a los conductores a seleccionar el carril adecuado antes de alcanzar la línea de "PARE". El espaciamiento será de 20 m aproximadamente entre cada mensaje.

En las intersecciones con calles de un solo sentido, las flechas se colocarán cada 2 m, aproximadamente, antes de la línea de "PARE", o en el inicio del contra flujo.

Los carriles que puedan ser utilizados para seguir de frente o girar simultáneamente, se marcarán antes de llegar a la intersección con flechas combinadas recta y curva.

Cuando exista un carril de contra flujo o calzada reversible, podrán utilizarse la flecha de frente con doble cabeza para indicar los dos sentidos permitidos en ese carril a diferentes horas del día; ésta será de color amarillo y la longitud del conjunto de las dos cabezas y el vástago será igual a la flecha con sentido de frente.

Cuando se va a terminar un carril, previamente se indicará esta situación con la utilización de flecha de terminación de carril.



Medidas en metros

FIGURA 109.20 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS EN EL PAVIMENTO

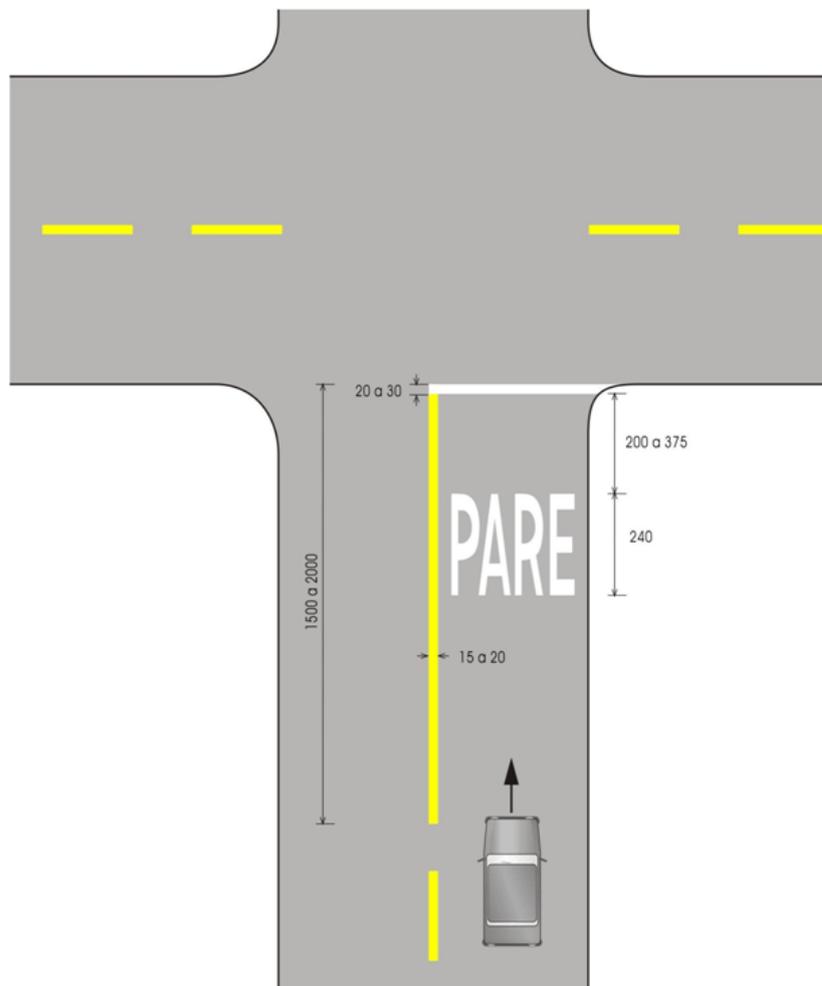
109.02 MARCAS TRANSVERSALES

109.02.1 DEMARCACIÓN DE LÍNEA “PARE”

Esta demarcación deberá usarse en zonas urbanas y rurales para indicar el sitio de parada de vehículos anterior a una señal de tránsito o un semáforo, que reglamenta su detención antes de entrar a una intersección. Su color será blanco. Ver figura 109.21.

Estará ubicada antes de la demarcación de pasos peatonales, cuando existan estos, a una distancia de 120 cm. Se hará empleando una franja blanca continua de 20 cm de ancho mínimo, que se extenderá a través de todos los carriles de aproximación que tengan el mismo sentido del tránsito.

Estas líneas podrán ser complementadas con la leyenda “PARE”, de color blanco, para cada carril de circulación.



Cotas en centímetros

FIGURA 109.21 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN UN CRUCE REGULADO POR LA SEÑAL “PARE”

109.02.2 DEMARCACIÓN DE PASOS PEATONALES

Esta demarcación se empleará para indicar la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada de tránsito. Estas marcas serán de color blanco.

En vías rurales y vías urbanas de altos volúmenes peatonales que dispongan de dispositivos que brinden protección a las personas que cruzan la vía (semáforos, resaltos, etc.), consistirán en una sucesión de líneas paralelas de 50 cm de ancho, separadas entre sí 50 cm y colocadas en posición paralela a los carriles de tránsito en forma "cebreada", es decir, perpendicular a la trayectoria de los peatones, con una longitud que en general, deberá ser igual al ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso menor de 2,0 m. (Ver figura 109.22). En caso de alto tránsito peatonal, se podrá utilizar un ancho mayor a 5,0 metros, dependiendo de la evaluación que se efectúe en cada situación.

En calles con bajo volumen de peatones, y sin protección para el cruce de estos, consistirán en dos líneas continuas paralelas transversales a la vía de circulación del tránsito, con un ancho de 30 cm como mínimo y color blanco, trazadas a una separación que se determinará, generalmente, por el ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas.

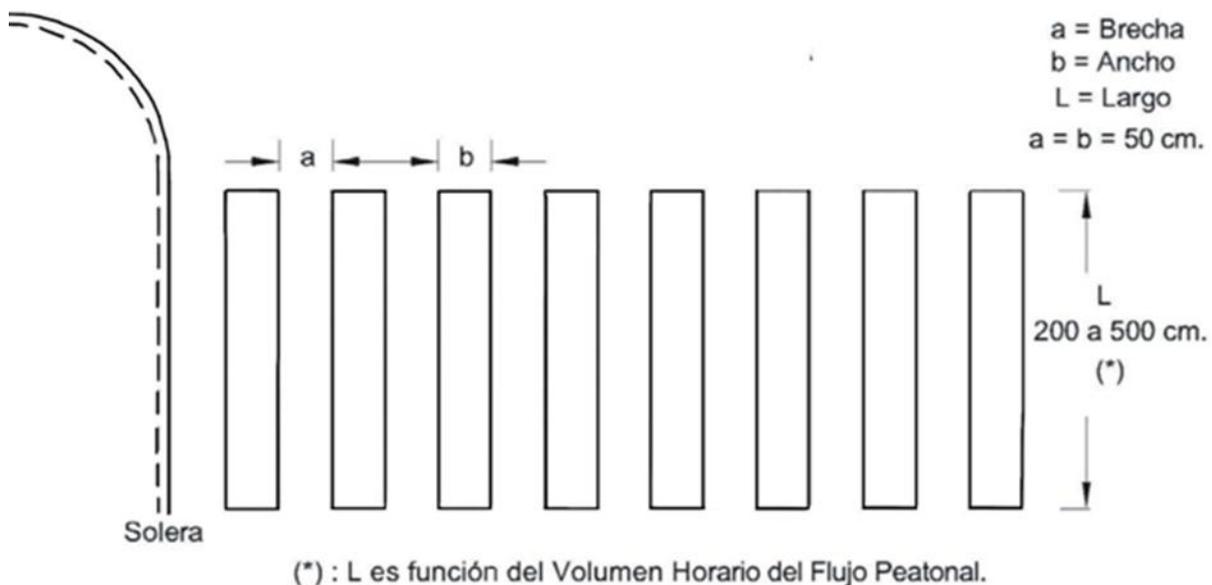


FIGURA 109.22 PASO PEATONAL "CEBREADO" (DIAGRAMACIÓN GENERAL)

En la tabla 109.5 a continuación, se muestran los anchos de la senda de paso peatonal en función del flujo peatonal.

Estas líneas de cruce peatonal del tipo Paso de Cebra, deberán ser complementadas con demarcaciones de líneas tipo zig-zag, desde 20 m antes de la línea de detención, con la finalidad de

advertir a los conductores la proximidad del Paso de Cebra, tal como se indica en la figura 109.23. Estas líneas son blancas y se construyen según lo indicado en la figura anterior.

Además, para advertir la proximidad de esta demarcación, se complementa con la señal vertical PROXIMIDAD DE PASO DE CEBRA, balizas iluminadas u otras señales que refuercen el mensaje hacia el conductor, con la finalidad de que disminuya su velocidad.

No obstante lo anterior, se deberá instalar un reductor de velocidad que obligue al conductor a disminuir la velocidad de operación, para lo cual, se considerará un resalto o lomada.

TABLA 109.5 ANCHO DE LA SENDA PEATONAL

FLUJO PEATONAL (Peatones/h)	Ancho mínimo (m)
Menor o igual a 500	2,0
501 a 750	2,5
751 a 1000	3,0
1001 a 1250	3,5
1251 a 1500	4,0
1501 a 1750	4,5
Mayor a 1750	5,0

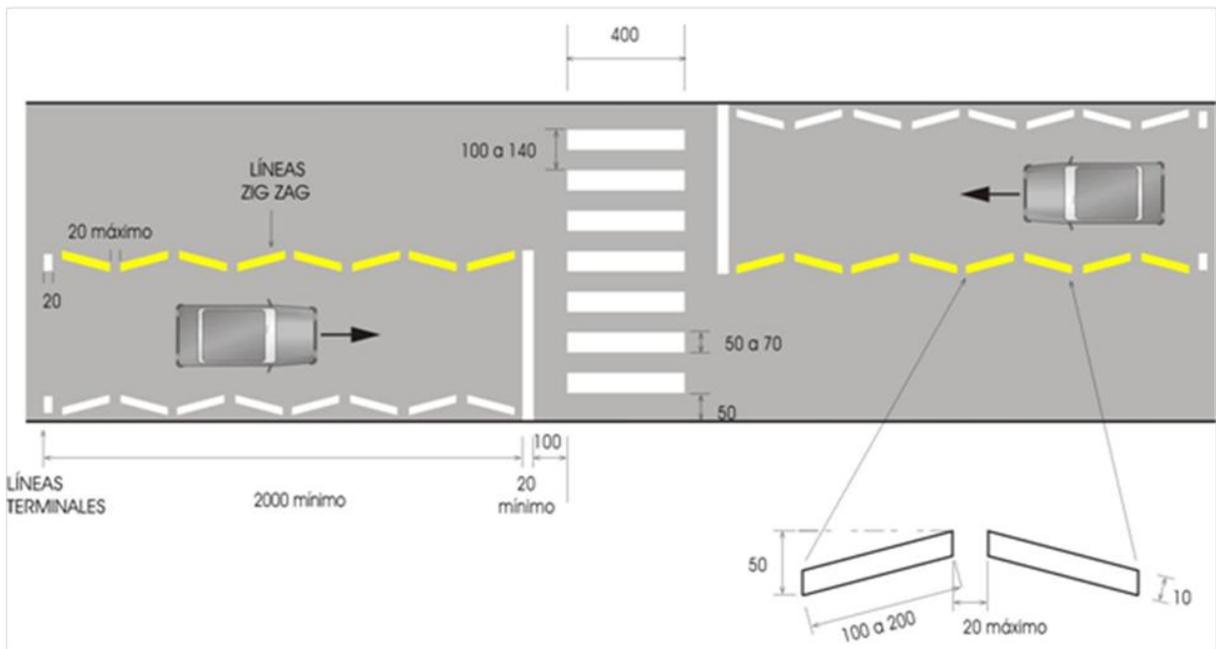


FIGURA 109.23 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN CRUCE PEATONAL TIPO PASO DE CEBRA

La demarcación transversal de un cruce peatonal regulado por semáforo está compuesta por una línea de detención continua y un paso peatonal.

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la luz roja de un semáforo, el lugar más próximo al paso peatonal regulado donde el vehículo tendrá que detenerse. Se deberá ubicar a un (1) metro, de la línea de borde de la senda peatonal.

Estas líneas deben demarcarse siempre, constituyendo un complemento al sistema de semáforos y deberá presentar las características, en cuanto a anchos mínimos, mostradas en la figura 109.24. El ancho de la senda peatonal está regulado por los valores de la tabla 109.5.

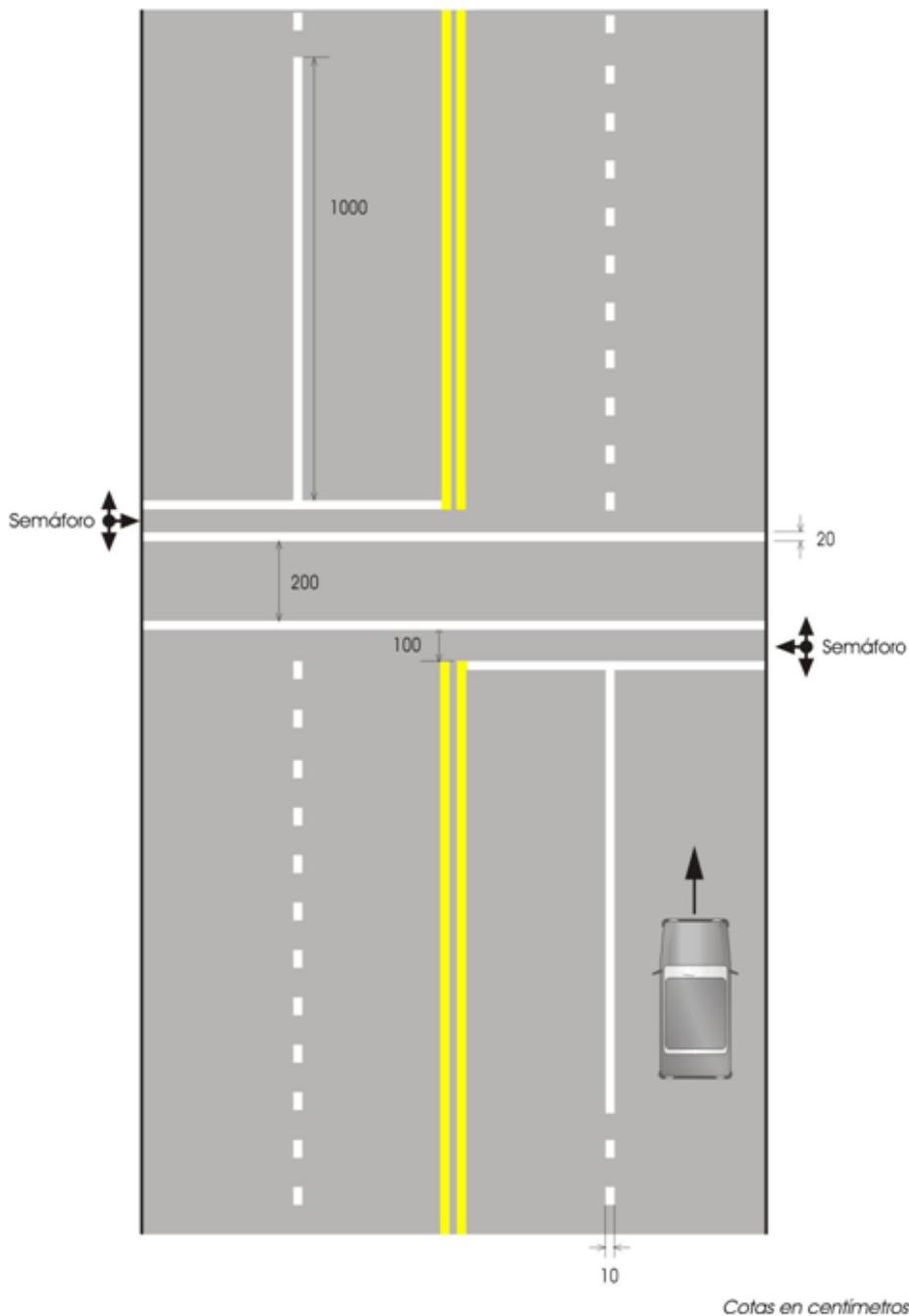


FIGURA 109.24 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN CRUCE PEATONAL REGULADO POR SEMÁFORO

109.02.3 DEMARCACIÓN DE “CEDA EL PASO”

Esta demarcación deberá usarse en vías urbanas o rurales de alta velocidad, para complementar la señal vertical R-02 Ceda el paso. Estas demarcaciones serán de color blanco.

En este caso, la demarcación se complementa con líneas de detención, que es una demarcación transversal conformada por una línea segmentada doble.

Las líneas de detención indican al conductor que enfrenta la señal CEDA EL PASO, el lugar más próximo a la intersección donde el vehículo deberá detenerse, buscando optimizar la visibilidad del conductor sobre la vía prioritaria. Las líneas de detención CEDA EL PASO deberán demarcarse siempre. Ver figuras 109.25 y 109.26.

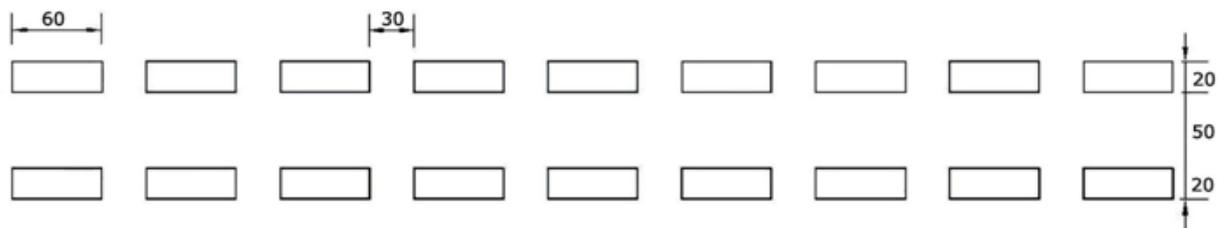


FIGURA 109.25 LÍNEA DE DETENCIÓN CEDA EL PASO

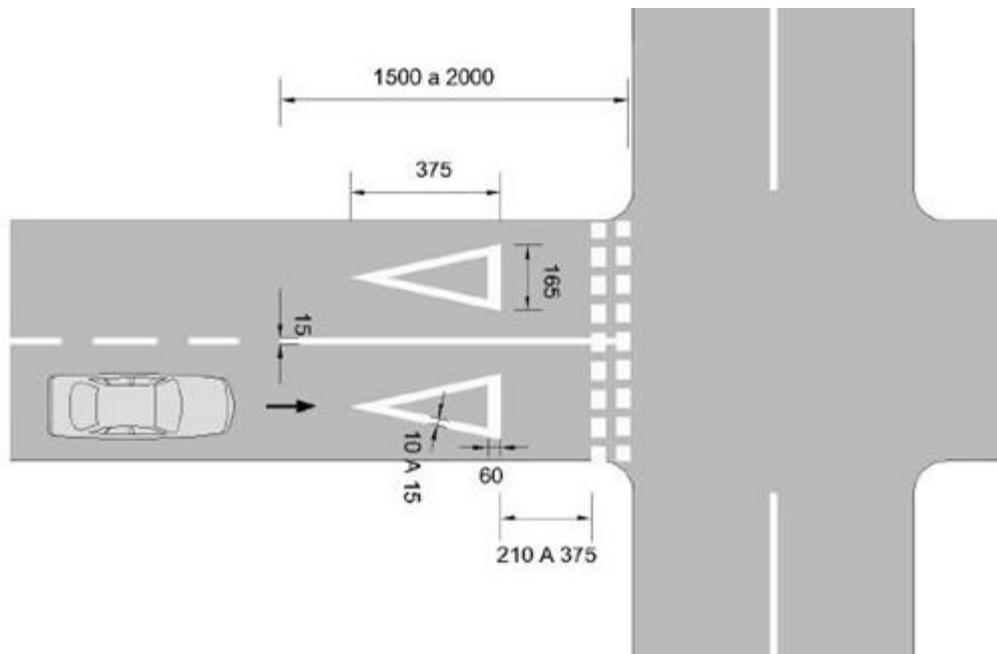


FIGURA 109.26 DEMARCACIÓN EN CRUCE REGULADO POR SEÑAL “CEDA EL PASO”

109.02.4 LÍNEAS ANTIBLOQUEO

Tienen por objeto notificar a los conductores la prohibición de obstruir en una intersección, aún cuando el semáforo se lo permita o gocen de prioridad, si la situación de la circulación es tal, que previsiblemente puedan quedar detenidos de forma que impidan u obstruyan la circulación transversal.

Estas líneas estarán formadas por el cuadrilátero cuyos vértices están definidos por las cuatro (4) esquinas que conforman la intersección y sus dos (2) diagonales. Estas líneas serán de color amarillo y de 30 cm de ancho como mínimo. Ver figura 109.10.

109.03 MARCAS DE CORDONES Y MURETES

Se deberán demarcar los cordones y muretes que indiquen riesgo o encauzamientos, con el fin de hacerlos más visibles. Será de gran ayuda para los conductores el pintar los cordones y muretes frente a una intersección en "T" o cruces similares. También se podrán pintar los cordones y muretes cuando frente a ellos sea prohibido estacionar.

La demarcación de los cordones se hará cubriendo sus caras con pintura amarilla. Los cordones y muretes se pintarán de rojo para indicar la prohibición de estacionar.

109.04 MARCAS DE OBJETOS

Se señalarán con material reflectivo todos los objetos, tales como: estribos o pilas de puentes, islas de canalización de tránsito, bases de semáforos y señales elevadas, andenes en zonas de carga y descarga, barreras en pasos a nivel, puentes, barandas de puentes angostos, muros de contención y aletas o cabezales de alcantarillas que sobresalgan de la superficie del pavimento o de los taludes, árboles, rocas, etc., que puedan constituir riesgo para el usuario de la vía.

109.04.1 OBJETOS DENTRO DE LA VÍA

Se debe evitar todo tipo de obstrucción dentro de la vía, excepto aquellas que son inamovibles como las pilas de puentes e islas necesarias para encauzar el tránsito.

Esta señalización se hará directamente sobre el objeto por medio de bandas negras y amarillas reflectivas alternadas, inclinadas 45 grados con la vertical y con un ancho de 20 cm, adicionalmente se colocarán placas amarillas reflectivas (utilizando lámina reflectiva Tipo III) instaladas de tal manera que sean visibles para los conductores que se aproximan, bajo condiciones atmosféricas ordinarias, al ser iluminadas por las luces altas de un vehículo. Ver figura 109.27.

Las placas reflectivas serán rectángulos de 20 cm de ancho por 30 cm de altura, se utilizarán principalmente en islas canalizadoras, andenes de zonas de cargue y descargue de mercancías, etc. Para obstrucciones de alto peligro, tales como pilas y estribos de puentes, finales de vía, muros de contención, aletas y cabezales de alcantarillas, etc., se podrán aumentar las dimensiones del rectángulo.

También se utilizarán cintas de 10 cm de ancho, como mínimo, para señalar elementos como bases de semáforos, señales elevadas, barreras de retenes y pasos a nivel, etc.

Además de las demarcaciones frontales en la obstrucción, se demarcarán líneas en el pavimento que indiquen la aproximación a obstrucciones.

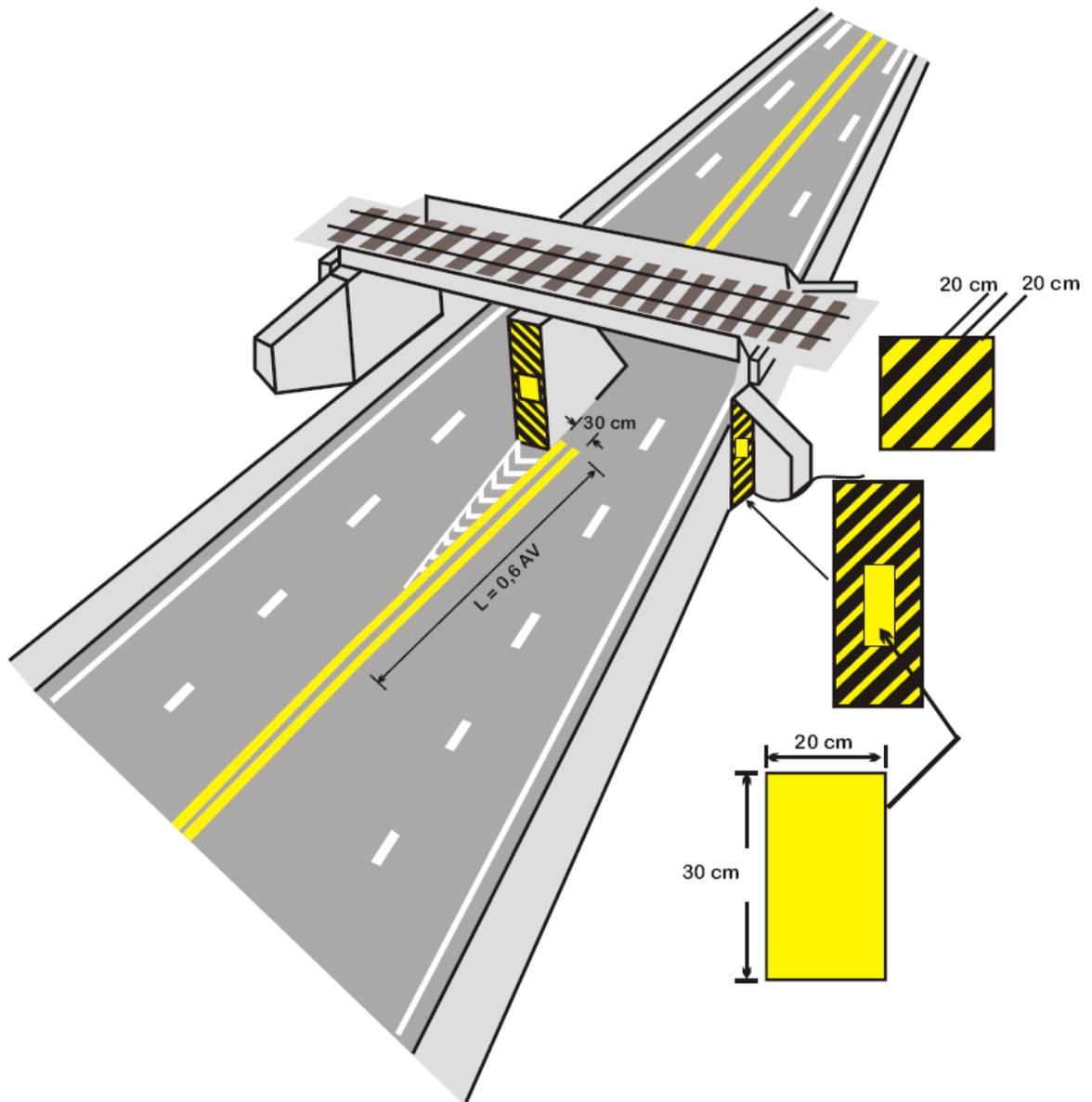


FIGURA 109.27 DEMARCACIONES DE APROXIMACIÓN A OBSTRUCCIONES

109.04.2 OBJETOS ADYACENTES A LA VÍA

Se señalizarán todos los objetos adyacentes a la vía que en cualquier forma interfieran la visibilidad de los usuarios o que constituyan un riesgo para la conducción nocturna.

La señalización de estos objetos estará constituida por placas de similares características a las descritas en la sección anterior.

También podrán utilizarse franjas diagonales de 0,20 m, que contengan líneas alternadas en colores amarillo y negro, inclinadas 45 grados cayendo hacia el lado en donde el tránsito debe pasar la obstrucción. Ver figura 109.27.

109.05 SÍMBOLOS Y LETREROS EN EL PAVIMENTO

En el pavimento son preferibles los mensajes descritos mediante símbolos que los mensajes a través de leyendas. En lo posible se debe tratar de no demarcar más de un renglón en el pavimento. Tanto las letras como los símbolos deben alargarse considerablemente en la dirección del movimiento del tránsito, debido al pequeño valor del ángulo bajo el cual los observan los conductores que se aproximan. Ver Figura 109.28

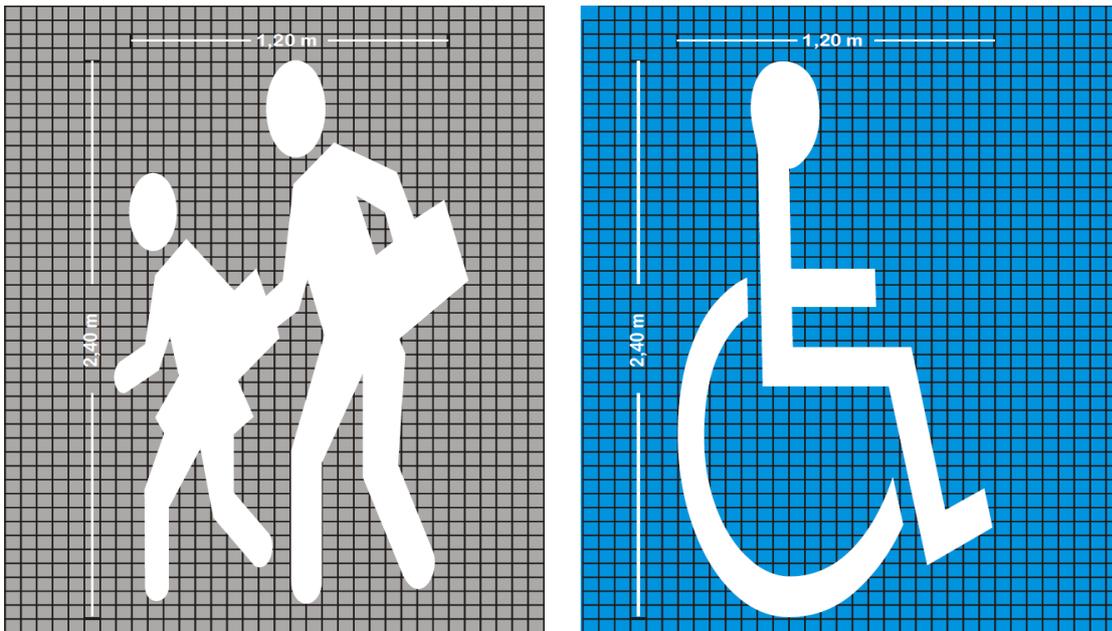


FIGURA 109.28 SÍMBOLOS EN EL PAVIMENTO

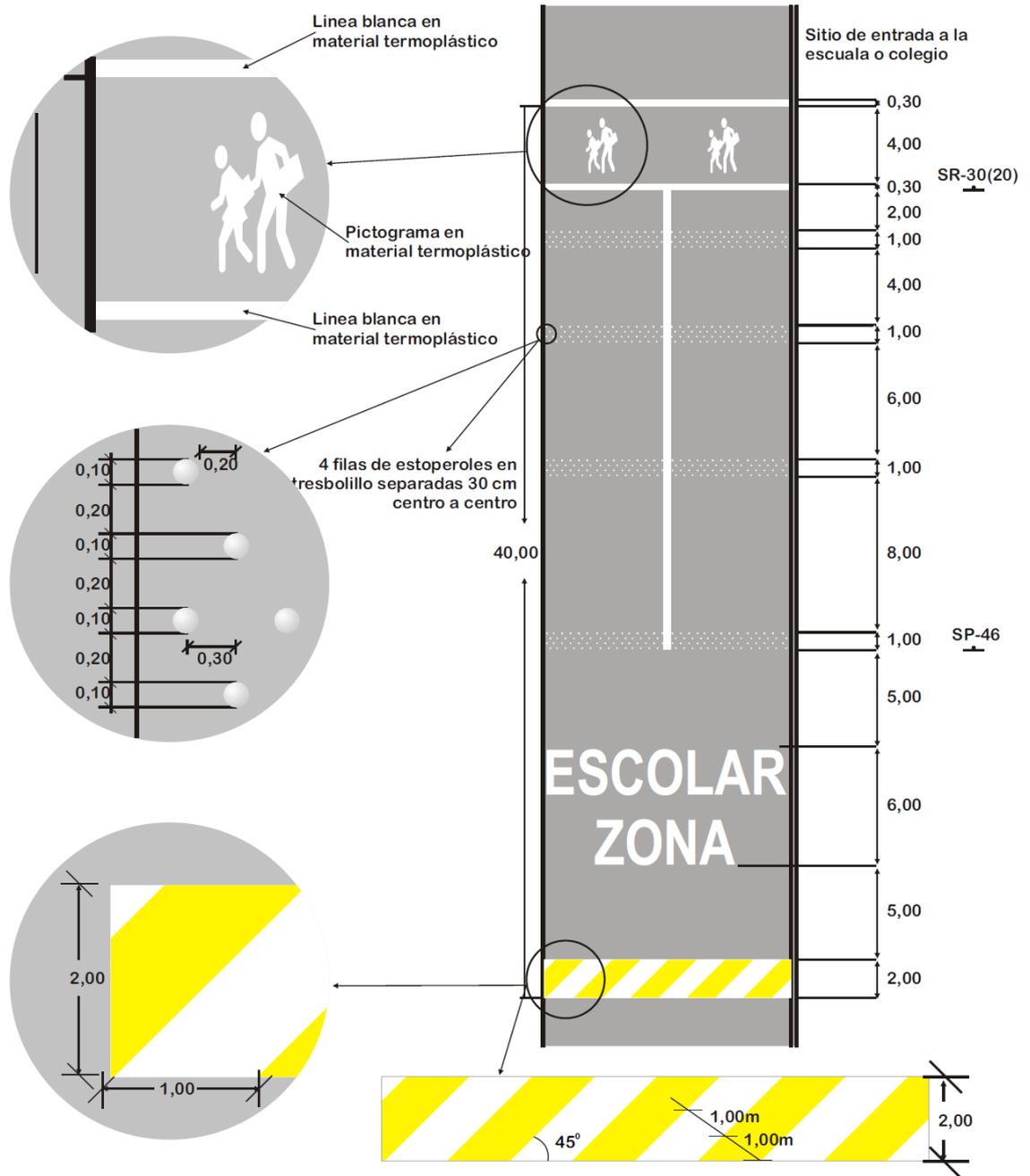
Cuando la velocidad de diseño es mayor de 60 km/h, las letras y números deben tener 4,00 m de altura y 0,50 m de ancho, con excepción de las indicaciones de velocidad. En el caso de que la leyenda tenga más de un renglón, la primera palabra debe quedar más cerca del conductor. El espacio entre renglones será igual a la altura de letras o números.

Cuando la velocidad de diseño es igual o menor de 60 km/h, las letras y números tendrán, como mínimo una altura de 1,60 m y 0,50 m de ancho, a excepción de las indicaciones de velocidad. El espacio entre renglones será igual a la altura de letras o números, de manera que una leyenda completa hasta de tres renglones puede ser vista y leída a un mismo tiempo. En este caso, un mensaje de dos o tres renglones puede colocarse de tal manera que la primera palabra sea la más lejana al conductor. Ver figura 109.29.

Las indicaciones de velocidad se marcarán en el pavimento con las siguientes dimensiones:

Vías de más de 60 km/h/4,00 m. x 1,15 m.

Vías de 60 km/h o menos 1,60 m. x 1,19 m.



Nota 1: Si en la zona aledaña al colegio no existen casas de habitación deberá cambiarse las baterías de estoperoles por bandas sonoras en agregados petreos de 3 cms de altura.

Nota 2: Este modelo se ubica en los estoperoles ceramicos o poliester h=2,5 cms

FIGURA 109.29 DEMARCACIÓN DE ZONA ESCOLAR

Si en una vía existen más de dos velocidades, en todos los carriles se demarcará con las dimensiones correspondientes a la mayor velocidad. En todo caso la cifra indicativa de la velocidad se colocará a la distancia más alejada del conductor y las letras km/h a la más cercana.

Para que el uso controlado de marcas en el pavimento no confunda al conductor, el número de letreros y símbolos debe reducirse a los estrictamente indispensables.

Los mensajes en el pavimento no deben abarcar más de una calzada, excepto el letrero “ZONA ESCOLAR”.

109.06 PROYECTOS DE SEÑALIZACION HORIZONTAL

En términos generales, los resultados de un proyecto de señalización horizontal se deberán presentar en planos de señalización en planta y perfil, elaborados a la misma escala de los planos de diseño geométrico de la vía en consideración. Para carreteras se presentarán en escalas comprendidas entre 1:2.000 a 1:1.000 dependiendo del diseño propuesto: una calzada o dos calzadas. En vías urbanas, se presentarán en escala 1:500. Las intersecciones en vías urbanas o rurales, se elaborarán en escala 1:500 ó 1:250 dependiendo de sus características geométricas. El empleo de otras escalas dependerá fundamentalmente del tipo de proyecto y de las normas exigidas por la entidad a la que se presente el diseño respectivo.

En vías de calzada única y doble sentido de circulación, las líneas de borde de pavimento no se dibujan a no ser que exista una condición particular diferente a la línea continua que se presentará a lo largo de la vía. El diseño de las líneas centrales se dibujará longitudinalmente, al lado del eje de la vía, definiéndose así las zonas en donde se prohíbe y permite adelantar.

Para visualizar estas líneas se dibujarán separadas del eje de la vía conservando su escala (a una distancia entre 1 mm y 2 mm). Esta medida se realiza sin considerar la escala del plano planta perfil. En cada plano se deberá incluir un cuadro resumen de longitudes de línea a demarcar, tanto de líneas de borde como de líneas centrales, incluyendo la abscisa o progresiva de inicio y final de cada tramo de prohibido y permitido adelantar.

En vías con tres carriles de circulación, el diseño estará plasmado en el plano correspondiente mediante el dibujo de la línea que divide los flujos de tránsito en los dos sentidos, así ésta no esté en el eje geométrico de la calzada.

En vías multicarriles con separador central podrá utilizarse un diseño base para todo el proyecto, con excepción de las intersecciones y carriles de aceleración y desaceleración, que deberán diseñarse separadamente.

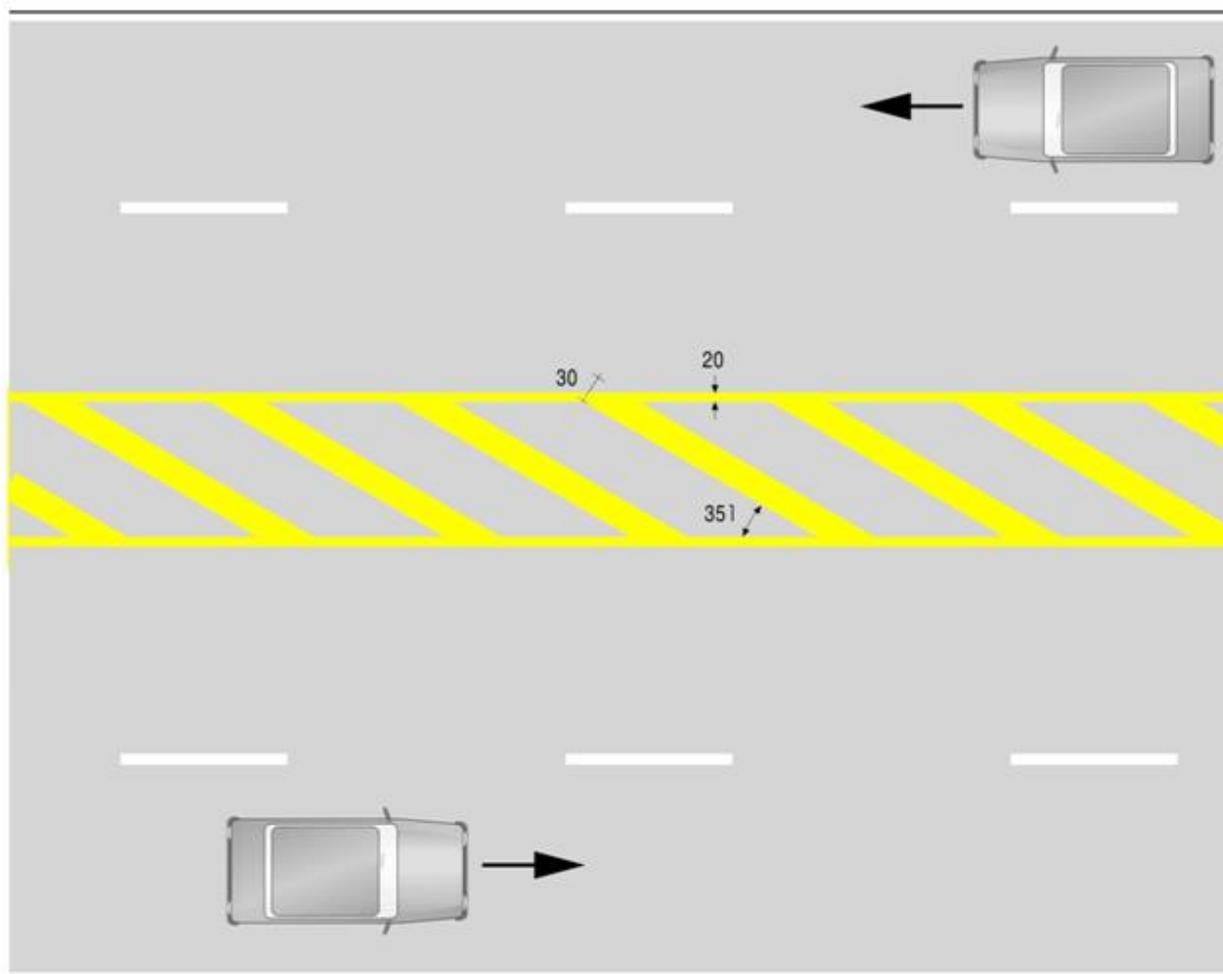
109.07 OTRAS DEMARCACIONES HORIZONTALES

109.07.1 ACHURADOS

Los achurados tienen el objetivo de prevenir a los conductores acerca de la proximidad de islas y bandejes, así como canalizar el flujo vehicular.

Se distinguen dos tipos de achurados; en diagonal y en "V". Los achurados en diagonales se emplean en canalizaciones y en islas centrales, cuando los flujos que los enfrentan tienen sentidos opuestos y en las superficies retranqueadas que se extienden por el costado del separador. En el caso de los achurados en "V" se emplean para anunciar la presencia de una isla o bandejón, cuando los flujos vehiculares convergen o divergen. Se recomienda destacar estas superficies con la instalación de tachas reflectantes de color amarillo. Ver figuras 109.7, 109.8 y 109.11.

Otros ejemplos de achurados también se pueden ver en las figuras 109.30 y 109.31.



Cotas en centímetros

FIGURA 109.30 EJEMPLO DE ACHURADO PARA SEPARACIÓN DE SENTIDOS CONTRARIOS DE FLUJO EN UNA AUTOPISTA

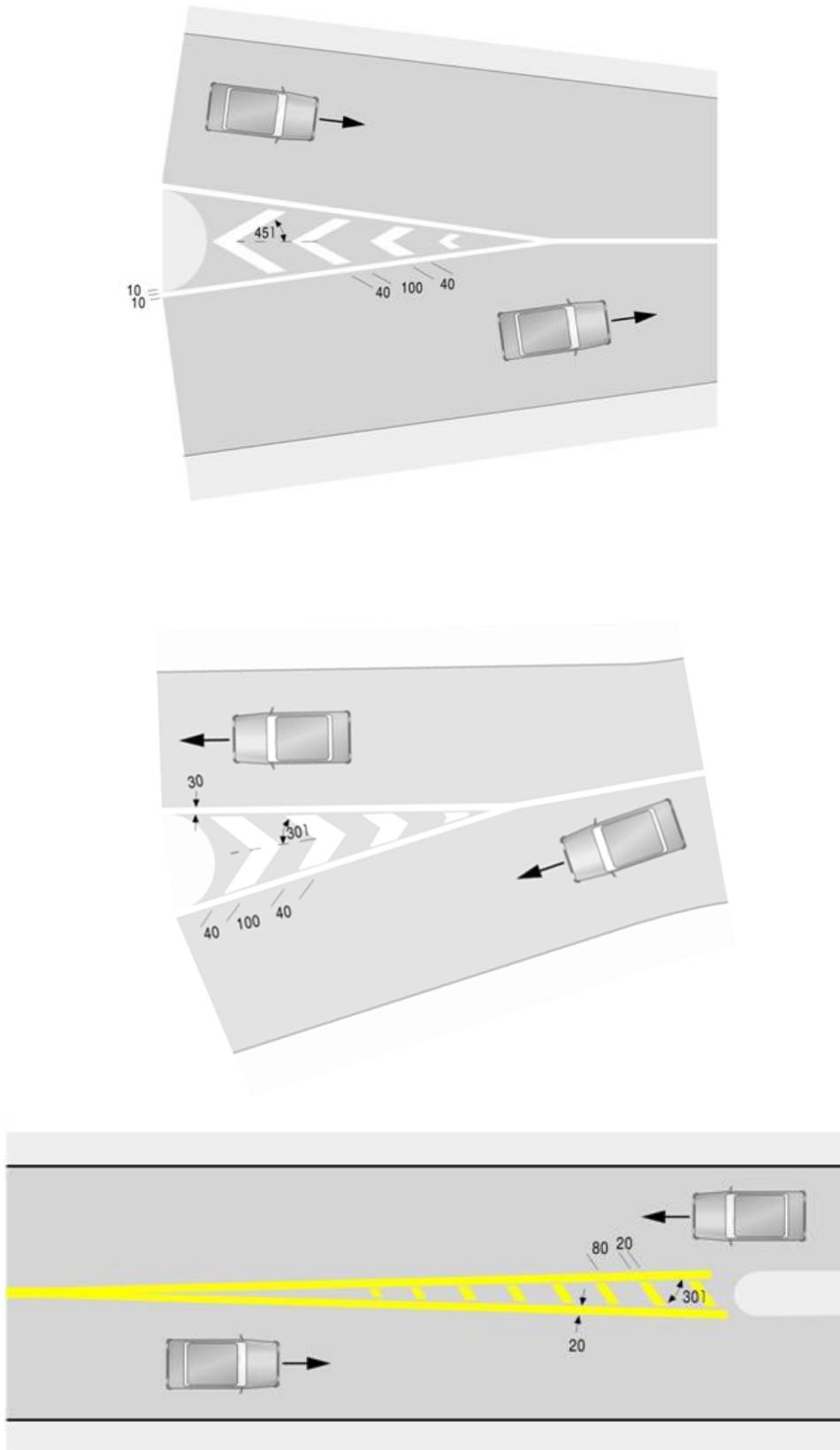


FIGURA 109.31 DEMARCACIÓN TIPO ACHURADO PARA BIFURCACIÓN CONVERGENTE Y DIVERGENTE

109.07.2 BLOQUEO DE CRUCES

Este tipo de demarcación indica a los conductores la prohibición que establece la Ley de quedar detenido dentro de un cruce por cualquier razón. Se instala en cruces que presentan altos niveles de congestión, con el propósito que la detención del flujo por una vía no obstaculice la circulación de vehículos por la otra.

Esta demarcación sólo debe aplicarse en intersecciones donde se generen bloqueos producto de la congestión aguas abajo de ellas, siempre y cuando no existan flujos importantes que viren a la izquierda desde la vía perpendicular, ya que en este caso la demarcación no es respetada y la señalización en general se desacredita.

Esta demarcación se construye con líneas diagonales amarillas de 15 cm de ancho, las que se cruzan dentro de la intersección. Para dibujarlas se recomienda lo siguiente:

- Dibujar en el centro de la zona a demarcar dos diagonales que al cruzarse formen un ángulo de aproximadamente 90° sexagesimales.
- Demarcar líneas paralelas a las diagonales iniciales a intervalos de 1 m.

En cuanto a las formas y dimensiones en función del tipo de vía, la demarcación debe cumplir con las características señaladas en la figura 109.32. Ver también figura 109.10.

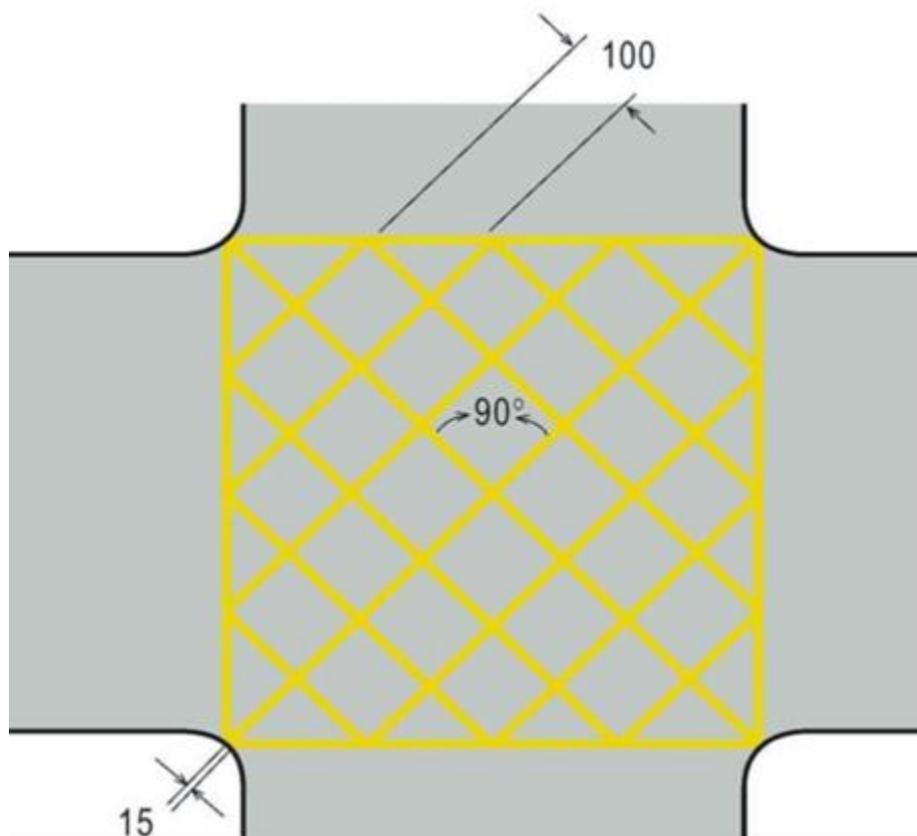


FIGURA 109.32 DEMARCACIÓN TIPO BLOQUEO DE CRUCES

109.07.3 LOMADAS (RESALTOS)

El exceso de velocidad es una de las causas de la ocurrencia y la gravedad de los accidentes de Tránsito.

La medida reductora de velocidad más conocida ha sido la lomada, resalto o “rompe-muelle”. Con el objetivo de disminuir la velocidad de los vehículos en la calzada se puede recurrir al empleo de estos dispositivos reductores de velocidad.

Se recomienda utilizar estos dispositivos en accesos a intersecciones que presenten una alta tasa de accidentes, en sitios donde sea necesario proteger el flujo peatonal, y en vías donde es necesario disminuir las velocidades de los vehículos.

La ubicación de las lomadas o resaltos deberá servir para resolver los siguientes problemas:

- En cruces de vías de accesos no regulados, donde se requiere reducir la velocidad.
- Tramos de caminos donde se registra exceso de velocidad.
- En cruces y vías para proteger el flujo peatonal.

- Cruces regulados por señal de prioridad, para que los conductores se detengan o sigan respetando la prioridad, circulación y velocidad de diseño.
- Zonas de Escuela y Plazas de Juegos Infantiles.

Los criterios principales que permitirán establecer la necesidad de instalación de lomadas (resaltos), son los siguientes:

- Se deberá disponer de datos estadísticos oficiales que registren al menos 1 accidente con lesiones graves o muerte.
- Realización de encuestas a los vecinos o usuarios de la vía donde se denuncie el exceso de velocidad.
- Visita al sitio de posible emplazamiento del dispositivo, para detectar si efectivamente el exceso de velocidad es el factor de riesgo en el sector y para evaluar la posible reasignación de flujos.

La función principal de las lomadas (resaltos) es reducir la velocidad a un promedio de 30 km/h, por lo que estos dispositivos sólo deben ser instalados en vías urbanas de carácter local y de usos de suelo predominantemente residencial y/o donde se emplazan establecimientos educacionales. Estos dispositivos no son adecuados para las vías urbanas de mayor jerarquía (o aquellas rurales de menor jerarquía), donde se requiere mantener las velocidades cercanas a los 60 km/h, en cuyo caso se utilizará la lomada (Resalto) tipo Cojín, descrito en el siguiente acápite.

Previo a una lomada (resalto), siempre deberá demarcarse en el pavimento la leyenda “LENTO”. Ver figura 109.33.

Teniendo en cuenta que las lomadas (resaltos) son los reductores de velocidad más restrictivos para los conductores y que incrementan los niveles de vibración y de ruido en la zona, no se recomienda su uso en sectores como:

- Carreteras y vías de alta velocidad.
- Vías urbanas en donde transiten rutas de transporte público colectivo.

- Vías urbanas principales (o de jerarquía superior) o calles que enlacen a éstas.
- Vías urbanas con volumen vehicular diario superior a 500 vehículos.
- Vías urbanas cuyo porcentaje de vehículos pesados supere el 5%.
- Pendiente de la vía mayor del 8%.

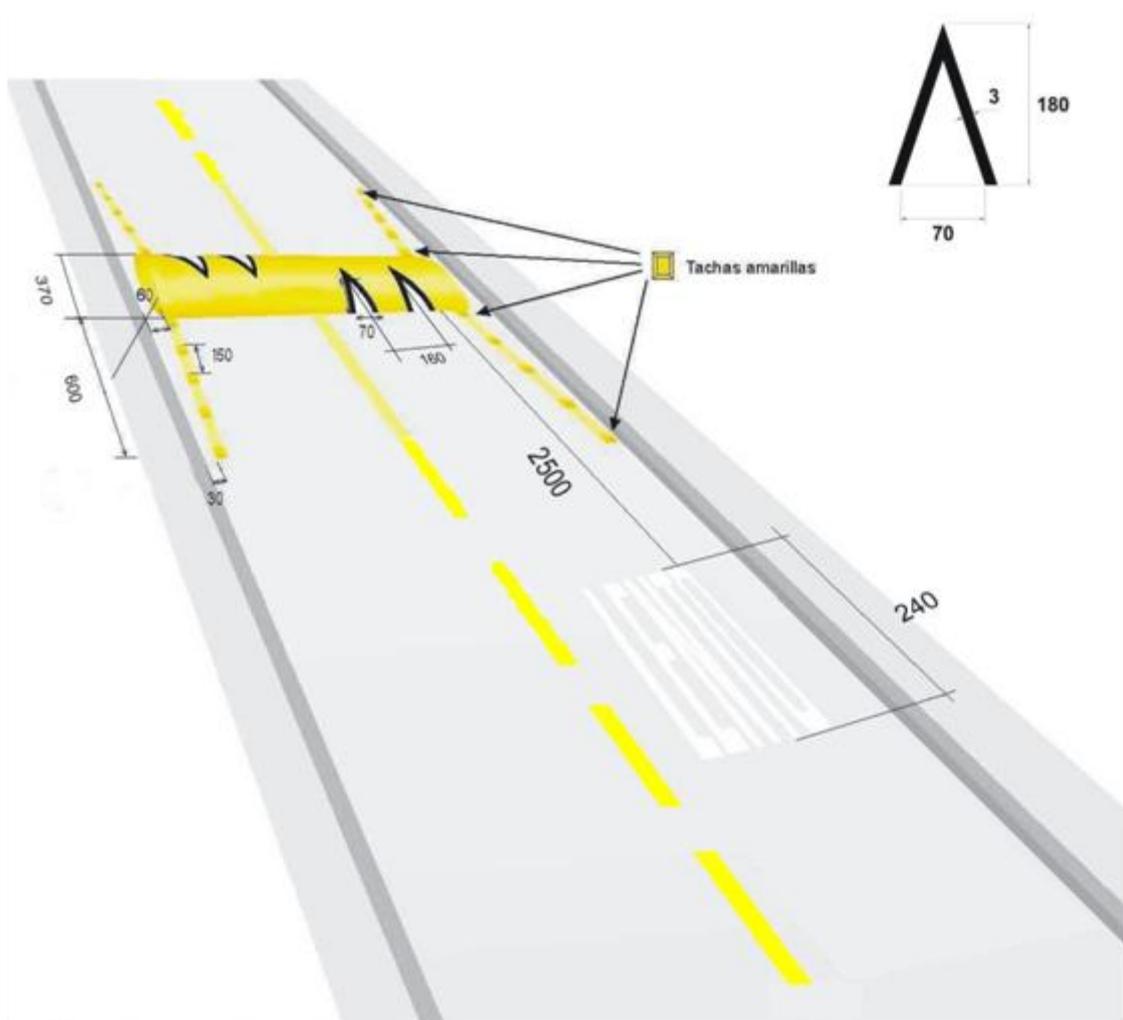


FIGURA 109.33 DISPOSICIÓN TÍPICA DE UNA LOMADA (RESALTO)

Una vez el estudio de Ingeniería de Tránsito demuestre la conveniencia de la construcción de una lomada (resalto), la entidad encargada del mantenimiento de la vía deberá autorizar su construcción.

Dicha entidad también deberá verificar que se cumple con la señalización vertical y horizontal necesaria antes de poner en servicio la lomada (resalto), con el propósito de evitar que el dispositivo se pueda convertir en un elemento generador de accidentes de tránsito.

En la figura 109.34, se presentan detalles constructivos para una lomada (resalto) típico.

109.07.4 LOMADA (RESALTO) TIPO COJÍN

Las lomadas (resaltos) denominados “cojines”, son menos peligrosos para los usuarios de vías de mayor jerarquía, al posibilitar velocidades medias del orden de 50 km/hr. Éstos tienen su origen en el Reino Unido, y respondieron a la necesidad de crear dispositivos que disminuyera la velocidad sin

afectar la seguridad y comodidad de usuarios y conductores de buses. La forma como funcionan los vehículos puede ser percibida en la figura 109.35. El diseño general de los cojines se muestra en la figura 109.36.

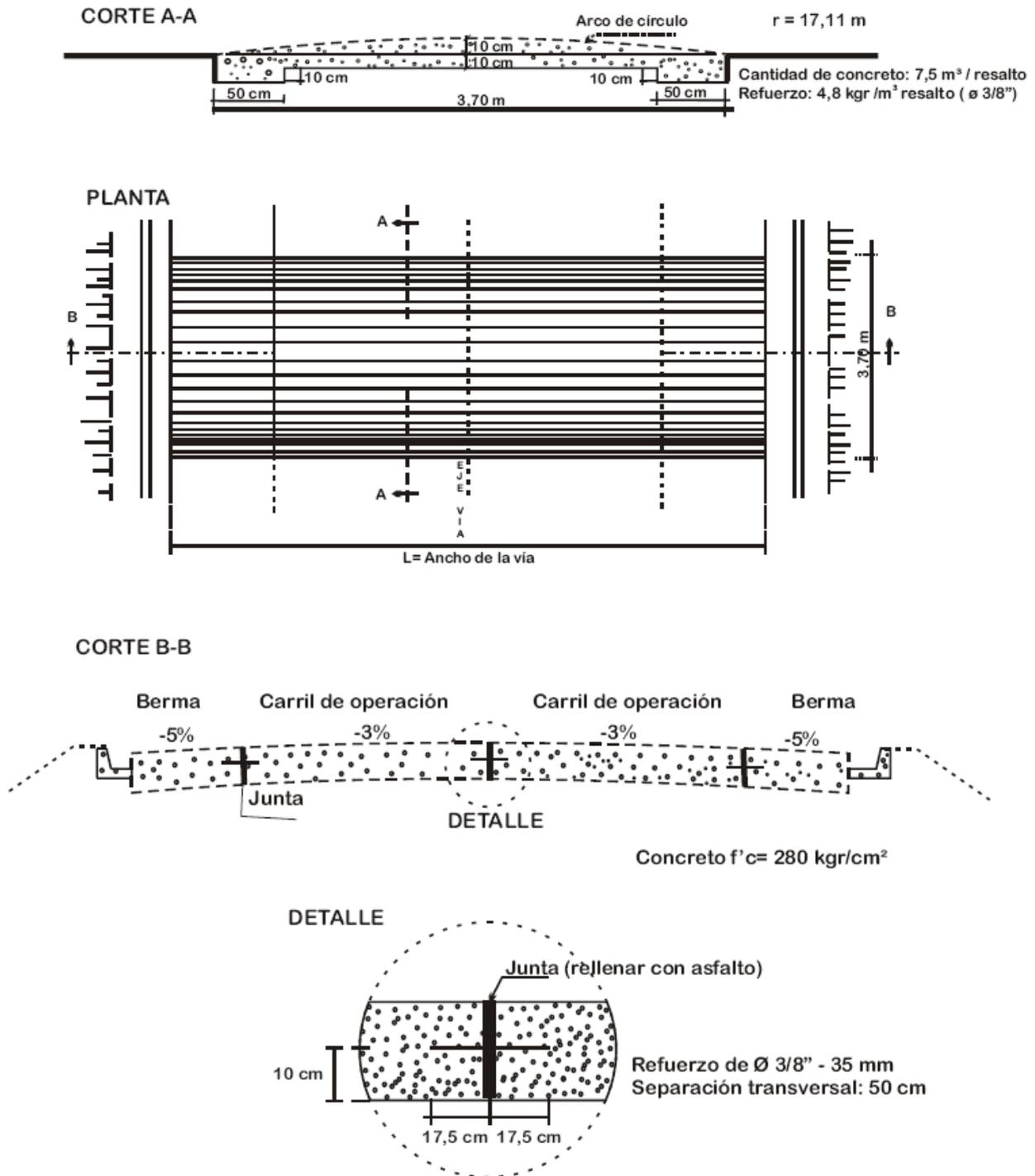


FIGURA 109.34 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UNA LOMADA (RESALTO) O "ROMPE MUELLES"

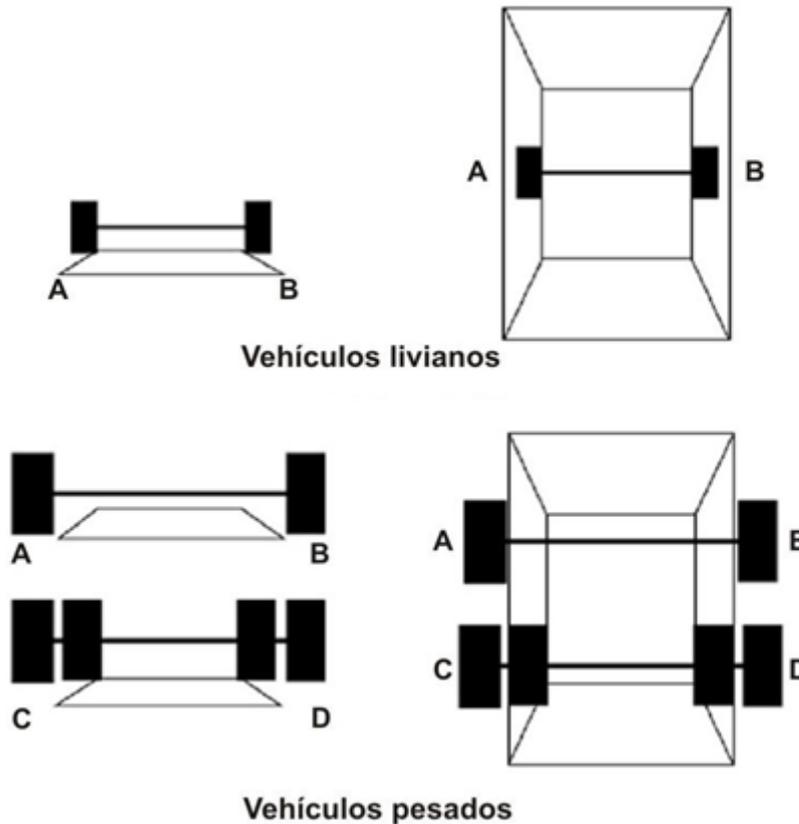


FIGURA 109.35 CARACTERÍSTICAS, ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LOMADAS (RESALTOS) TIPO COJÍN

Los principales criterios que establecen la necesidad de instalar cojines son los siguientes:

- Que haya ocurrido a lo menos un accidente de tránsito anual durante los dos últimos años, al cual haya contribuido el factor velocidad, ya sea en la ocurrencia o en su gravedad.
- Que la velocidad de operación sea mayor a 60 km/hr y que ésta constituya un factor de riesgo de accidentes, particularmente para peatones, ciclistas u otros usuarios vulnerables.

Dónde instalarlos:

- En el caso de cercanía a intersecciones y de haber virajes de buses articulados o camiones con remolque hacia la vía donde se proyecte instalar cojines, se recomienda que éstos sean instalados a lo menos a 25 m de la esquina. Para el resto de los casos, dicha distancia puede ser reducida a 10 m.
- En el caso de que su instalación esté destinada a proteger pasos peatonales (cebra), se recomienda que sean ubicados a lo menos a 15 m antes de la facilidad peatonal.
- Deben instalarse próximos a luminaria pública a una distancia no mayor de 3 m medidos desde el borde del cojín.

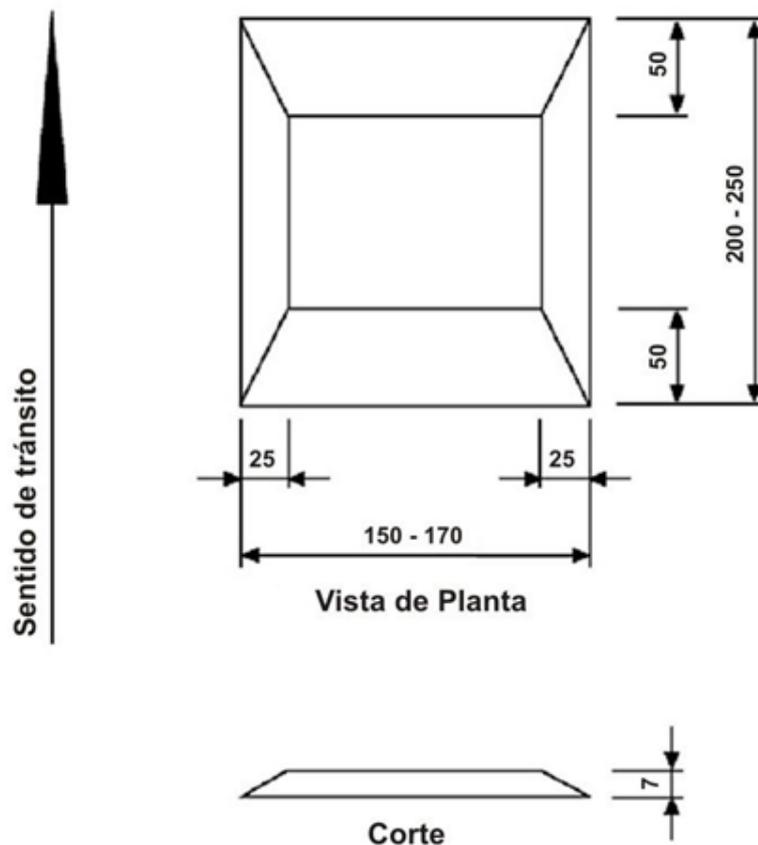
Dónde No instalarlos:

- No deben instalarse a menos de 20 m de una línea de ferrocarril.
- No deben ser instalados a menos de 25 m de estructuras que pasen por debajo o sobre la calzada, como túneles, pasos bajo nivel, colectores, puentes, pasarelas, etc.

- En vías con pendientes mayores a 10%, no deben estar a menos de 20 m de la cima ni a más de 70 m de otro reductor de velocidad.
- No deben instalarse a menos de 30 m de una parada de buses.
- Su instalación no debe interferir con accesos vehiculares ni con elementos tales como sumideros, cámaras de inspección y espiras. Tampoco deben ubicarse frente a grifos.

Criterios de instalación:

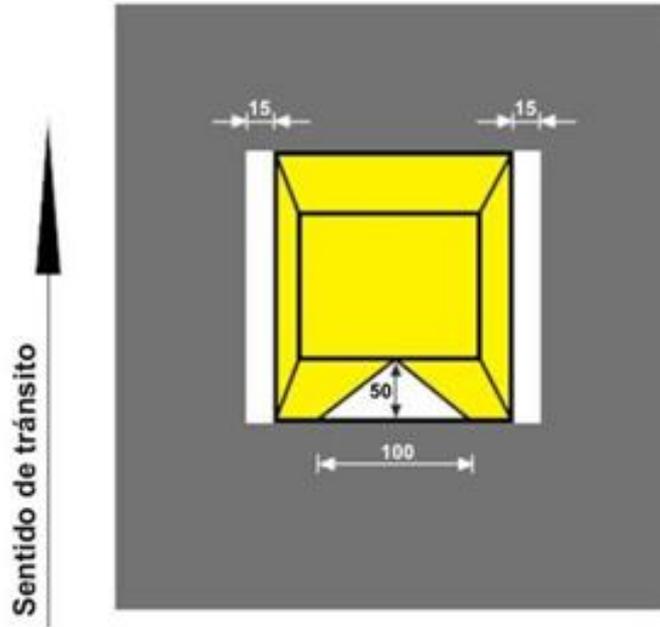
- Se deben instalar en cada carril (pista) de circulación. Pueden ser ubicados en forma individual o en serie. En este último caso, se recomienda distanciados 70 m unos de otros. En todo caso, el distanciamiento de cojines en serie debe estar en el rango de 50 y 100 m.
- Se debe analizar el ancho de la calzada, ya que esta situación podrá definir distintas configuraciones (ver figura 109.38). Al respecto, se recomienda que entre pares de cojines, en el sentido transversal de la vía, no exista una distancia mayor a la del ancho de un vehículo liviano (debe ser siempre menor a 1,4 m). En el caso de la distancia entre los cojines y el borde del cordón de la acera, esta debe ser superior a 1 metro, exceptuando aquellas vías de ancho menor a 6 m, donde dicha distancia podrá ser reducida hasta 0,75 m para permitir la circulación segura de vehículos de 2 ruedas.



Medidas en centímetros

FIGURA 109.36 DISEÑO DE LOMADA (RESALTO) TIPO COJÍN

Los cojines deben ser demarcados de acuerdo a lo establecido en la figura 109.37 a continuación.



Medidas en centímetros

FIGURA 109.37 DEMARCACIÓN DE LOMADAS (RESALTOS) TIPO COJÍN

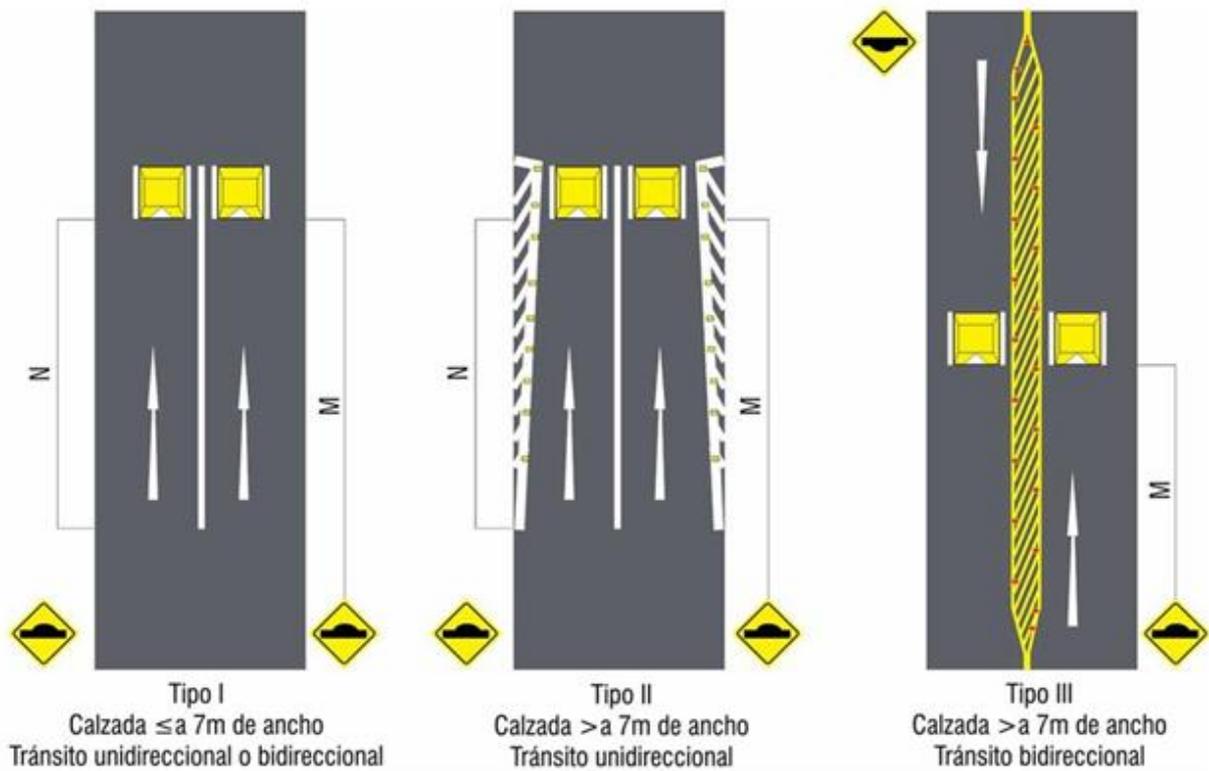
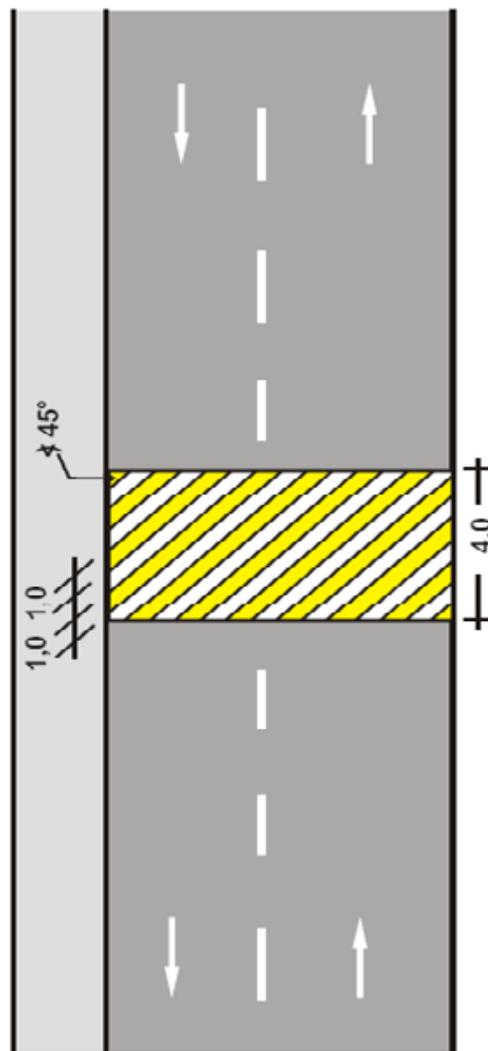


FIGURA 109.38 SEÑALIZACIÓN DE DISTINTAS CONFIGURACIONES

109.07.5 LOMADA (RESALTO) VIRTUAL

Se denomina lomada (resalto) virtual a una demarcación sobre la superficie del pavimento que busca generar en el conductor la sensación de estar observando una lomada (resalto) real, con el propósito de inducirlo a disminuir la velocidad del vehículo. Corresponde a la demarcación de un rectángulo de 4 m por el ancho total de la calzada, que contiene una serie de franjas oblicuas de 1,0 m, inclinadas a 45° y de colores amarillo y blanco. El uso de estos elementos se recomienda en zonas residenciales, ya que no generan ruido ni vibraciones. Véase figura 109.39.



Dimensiones en metros

FIGURA 109.39 LOMADA (RESALTO) VIRTUAL

109.07.6 LOMADAS (RESALTOS) PORTÁTILES

Son dispositivos elaborados en caucho, plástico o cualquier otro tipo de material sintético de bajo peso y de alta resistencia al impacto que se colocan sobre la superficie de la vía como reductores de velocidad temporales. Podrán ser utilizados para operativos policiales, en zonas escolares a las horas de salida de los estudiantes o en cualquier otra circunstancia en la que se requiera la reducción de las velocidades de los vehículos en forma temporal. Cuando se utilicen este tipo de resaltos, deberá

advertirse su presencia con señalización vertical apropiada y reglamentar tanto la velocidad en el sector como la presencia del dispositivo.

Estos dispositivos tendrán dimensiones mínimas de 1,80 m de longitud, 0,40 m de ancho y altura no mayor de 8 cm (ver figura 109.40). Deberán ser pintados de color amarillo o con franjas amarillas y blancas de 20 cm de ancho, inclinadas entre 45° y 60°. Las pinturas utilizadas deberán ser reflectivas y cumplir con las especificaciones fijadas en el Capítulo 114 de Especificaciones Técnicas Generales.

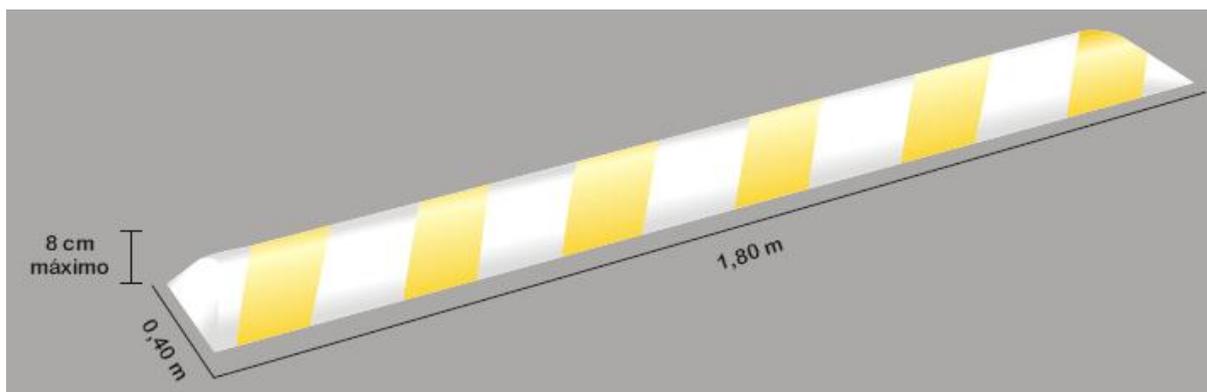


FIGURA 109.40 LOMADA (RESALTO) PORTÁTIL

109.07.7 DISTANCIADORES

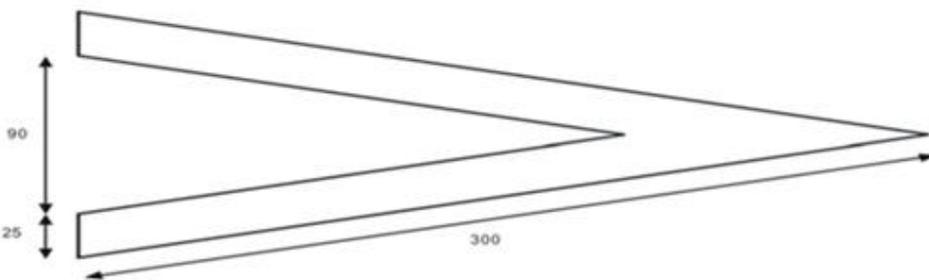
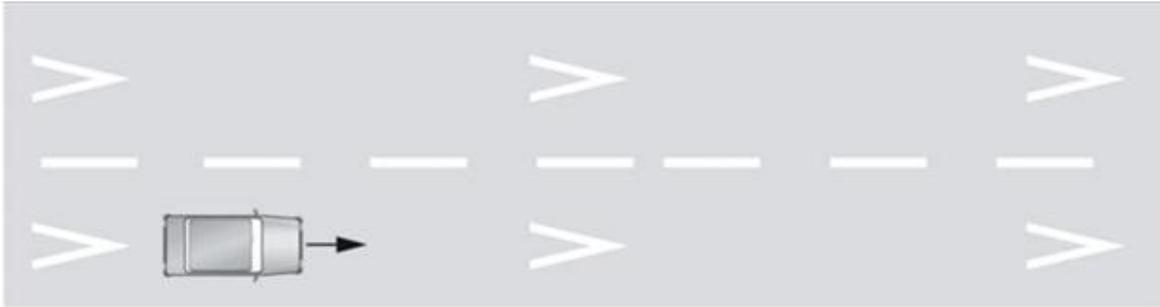
Es un símbolo que se emplea para indicar al conductor la distancia al vehículo que lo antecede, con la finalidad de disponer del tiempo suficiente para reaccionar en caso frenadas intempestivas. Esta distancia de seguridad corresponde a la comprendida entre dos distanciadores.

Esta demarcación tiene la forma de una punta de flecha y tiene las dimensiones indicadas en la figura 109.41.

Se deberán demarcar en cada pista de circulación a una distancia entre sí que depende de la velocidad máxima permitida en la vía, la cual se indica en la tabla 109.6.

TABLA 109.6 SEPARACIÓN ENTRE DISTANCIADORES

VELOCIDAD MÁXIMA DE LA VÍA (km/h)	SEPARACIÓN ENTRE DISTANCIADORES (m)
50	15
60	20
70	25
80	30
90	35
100	40



Medidas en centímetros

FIGURA 109.41 DISTANCIADORES

109.07.8 LÍNEAS REDUCTORAS DE VELOCIDAD

Tienen el objetivo de causar una ilusión óptica al conductor para que disminuya su velocidad. Se emplearán generalmente en los pasos a nivel de peatones y en zonas de alto riesgo de accidente. Se colocarán transversalmente al eje de la vía y sólo deberán abarcar el carril de circulación. Siempre serán de color blanco.

La distribución de las líneas obedece a un espaciamiento logarítmico. La distancia longitudinal y el número de líneas requeridas para estas marcas, estará en función de la diferencia entre la velocidad de proyecto o de operación de la vía y la velocidad requerida para la restricción.

La guía para la distribución de las líneas, de acuerdo con las velocidades descritas, se muestra en la tabla 109.7 y un ejemplo práctico de su aplicación se registra en la figura 109.42.

Se recomienda el uso de estas líneas en vías rurales, o como complemento de otros reductores de velocidad.

TABLA 109.7 SEPARACIÓN ENTRE LÍNEAS REDUCTORAS DE VELOCIDAD

DIFERENCIAS DE VELOCIDAD (km/h)	20	30	40	50	60	70	80
NÚMERO DE LÍNEAS REQUERIDAS	13	20	26	32	38	44	51
ESPACIO ENTRE LÍNEA N° Y N°	ESPACIAMIENTO ENTRE LÍNEAS (m)						
1 y 2	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25
2 y 3	11,75	12,55	13,10	13,50	13,70	13,90	14,05
3 y 4	9,55	10,70	11,50	12,05	12,50	12,80	13,05
4 y 5	8,05	9,30	10,25	10,90	11,45	11,85	12,15
5 y 6	6,95	8,25	9,25	10,00	10,60	11,05	11,40
6 y 7	6,10	7,40	8,40	9,25	9,80	10,30	10,70
7 y 8	5,50	6,70	7,70	8,50	9,15	9,70	10,10
8 y 9	4,95	6,10	7,15	7,95	8,60	9,15	9,60
9 y 10	4,50	5,65	6,60	7,40	8,10	8,65	9,10
10 y 11	4,15	5,25	6,20	7,00	7,65	8,20	8,65
11 y 12	3,85	4,85	5,80	6,60	7,325	7,80	8,25
12 y 13	3,55	4,55	5,45	6,25	6,90	7,45	7,90
13 y 14		4,30	5,15	5,90	6,55	7,10	7,55
14 y 15		4,05	4,90	5,60	6,25	6,80	7,25
15 y 16		3,85	4,65	5,35	6,00	6,55	7,00
16 y 17		3,65	4,45	5,10	5,75	6,30	6,75
17 y 18		3,45	4,25	4,90	5,50	6,05	6,50
18 y 19		3,30	4,05	4,70	5,30	5,80	6,25
19 y 20		3,15	3,90	4,50	5,10	5,60	6,05
20 y 21			3,75	4,35	4,90	5,40	5,85
21 y 22			3,60	4,20	4,75	5,25	5,65
22 y 23			3,45	4,05	4,60	5,10	5,50
23 y 24			3,30	3,90	4,45	4,95	5,35
24 y 25			3,20	3,75	4,30	4,80	5,20
25 y 26			3,10	3,65	4,20	4,65	5,05
26 y 27				3,55	4,10	4,50	4,90
27 y 28				3,45	4,00	4,35	4,75
28 y 29				3,35	3,90	4,25	4,65
29 y 30				3,25	3,80	4,15	4,55
30 y 31				3,15	3,70	4,05	4,45
31 y 32				3,10	3,60	3,95	4,35
32 y 33					3,50	3,85	4,25
33 y 34					3,40	3,75	4,15
34 y 35					3,30	3,65	4,05
35 y 36					3,20	3,55	3,95
36 y 37					3,10	3,45	3,85
37 y 38					3,05	3,35	3,75
38 y 39						3,30	3,65
39 y 40						3,25	3,55
40 y 41						3,20	3,45
41 y 42						3,15	3,40
42 y 43						3,10	3,35
43 y 44						3,05	3,30
44 y 45							3,25
45 y 46							3,20
46 y 47							3,15
47 y 48							3,10

48 y 49							3,05
49 y 50							3,00
50 y 51							2,95
LONGITUD DE ESPACIAMIENTO (m)	84,15	122,30	158,40	194,40	231,13	266,55	304,20
LONGITUD TOTAL (ESPACIO + ANCHURA DE LÍNEA) (m)	91,95	134,30	174,00	213,60	253,93	292,95	334,80

109.07.9 SONORIZADORES

Un sonorizador es un dispositivo de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, que causa trepidación y ruido, lo cual eventualmente transmite a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuya función es inducir a los conductores a reducir la velocidad de operación en sitios en donde existen riesgos de ocurrencia de accidentes. Estos dispositivos deben ser complementados con la señalización vertical y horizontal correspondiente.

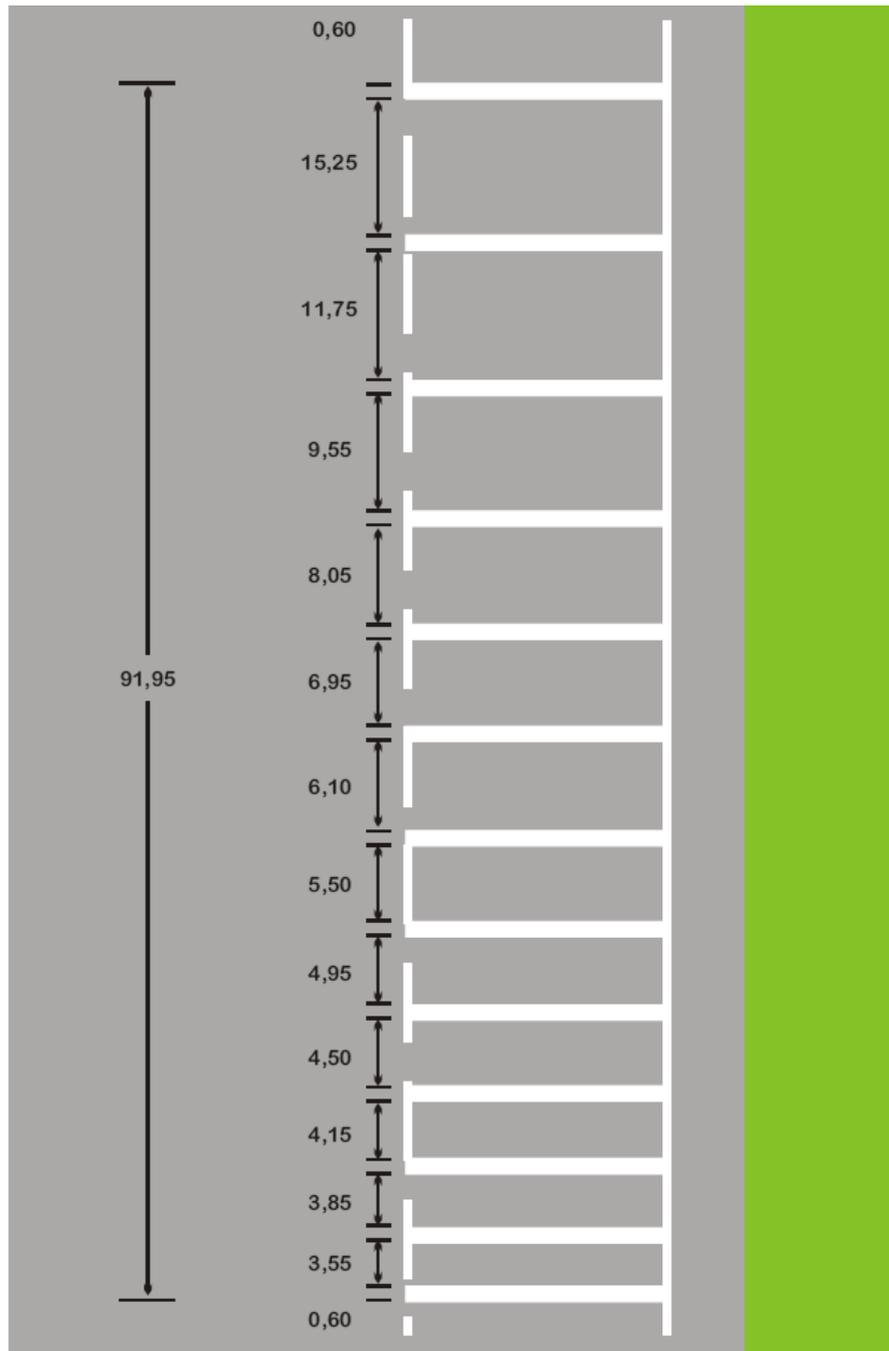
Criterios de uso:

- En vías de pendientes acentuadas.
- En carreteras a la entrada a zonas urbanas.
- En la aproximación a curvas peligrosas.
- Cuando se presente estrechamiento en la vía.

No deberá usarse en zonas residenciales y frente a hospitales, áreas de trabajo, zonas escolares, Bibliotecas, etc., debido al alto grado de vibración y de ruido que generan.

Estos dispositivos deberán ser construidos a todo lo ancho de la calzada y estarán compuestos por dos segmentos de 5 m de longitud, espaciados entre sí 10 m. Pueden ser usados para alertar a los conductores en el caso de la existencia de reductores de velocidad tipo resalto, para disminuir el impacto al pasar por encima de estos. Ver figura 109.43.

Los sonorizadores pueden ser prefabricados o fabricados en el sitio. Detalles de su apariencia y construcción pueden apreciarse en las figuras 109.44 y 109.45.



Dimensiones en metros

FIGURA 109.42 EJEMPLO DE LÍNEAS REDUCTORAS DE VELOCIDAD PARA UNA VELOCIDAD DE ENTRADA DE 50 km/h Y VELOCIDAD DE SALIDA DE 30 km/h

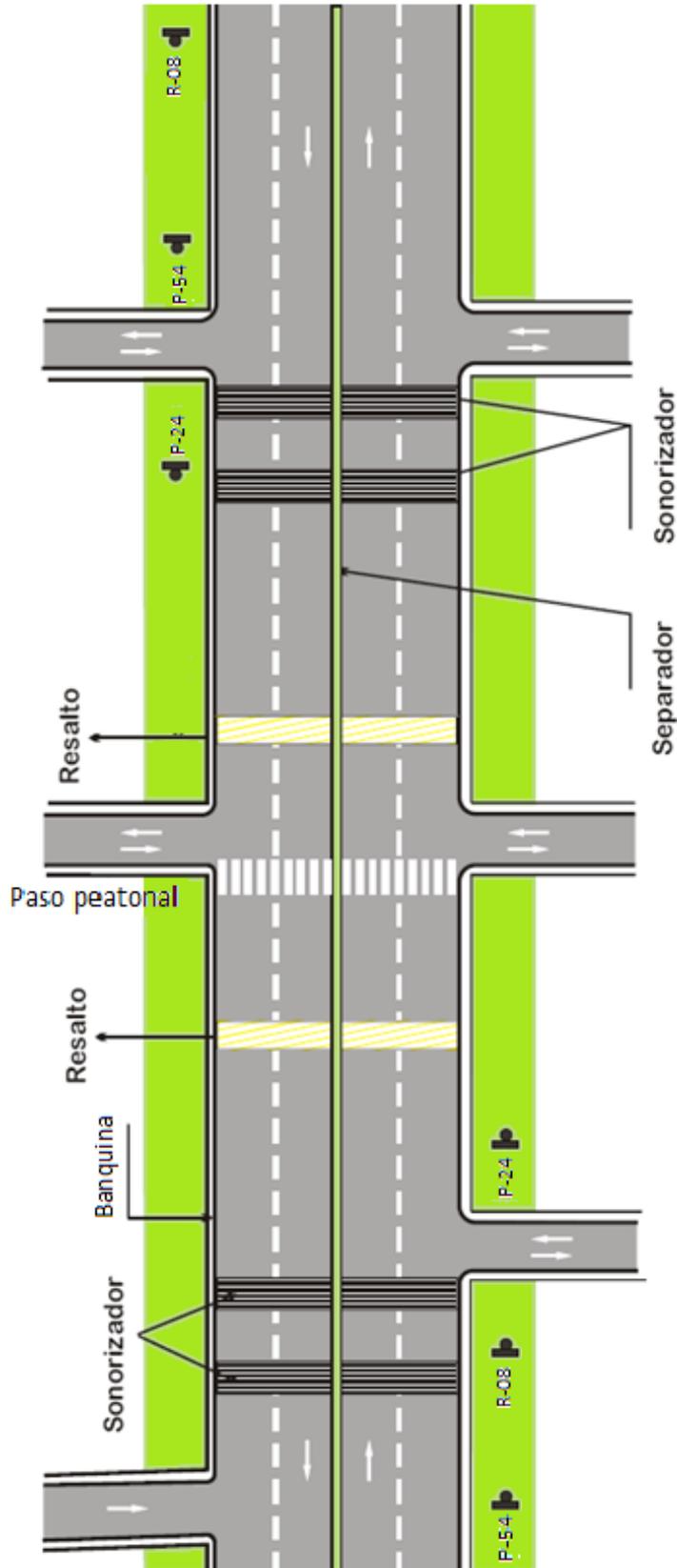


FIGURA 109.43 USO COMBINADO DE REDUCTORES DE VELOCIDAD

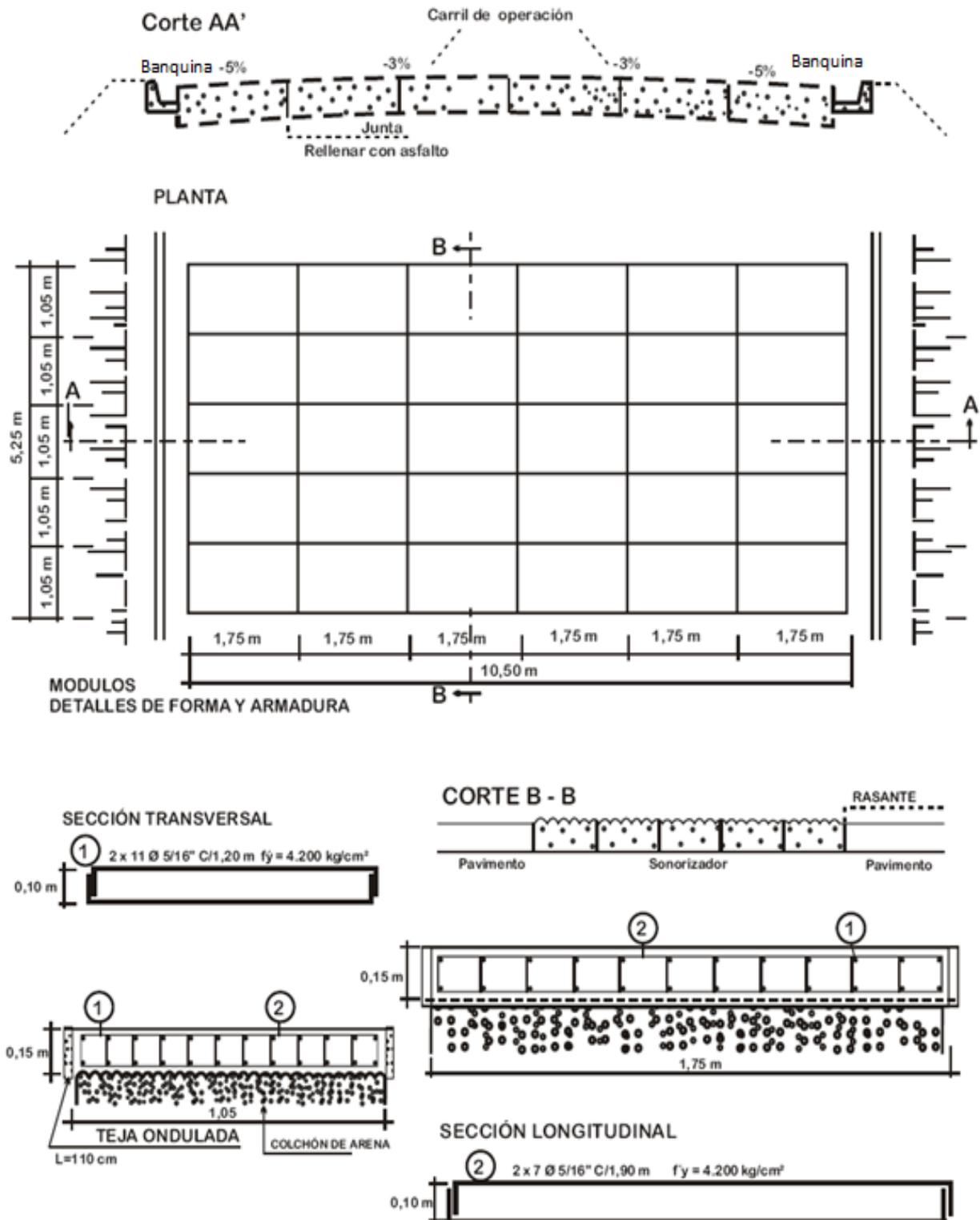


FIGURA 109.44 SONORIZADOR PREFABRICADO

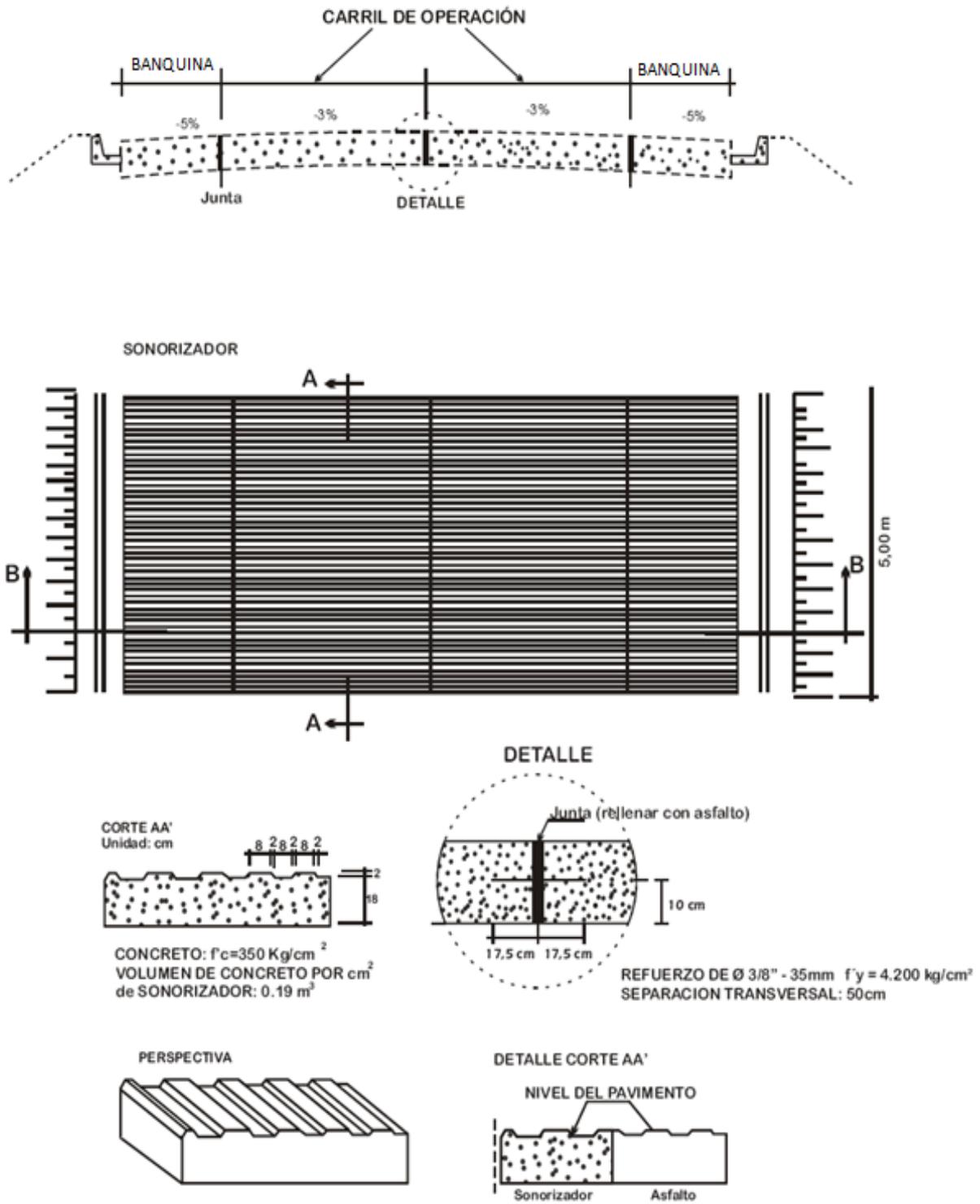


FIGURA 109.45 SONORIZADOR FABRICADO EN SITIO

109.07.10 BANDAS ALERTADORAS

Son dispositivos fabricados con aglomerados o estoperoles, sujetos al piso mediante el uso de pinturas epóxicas, resinas termoplásticas, plásticos de dos componentes, etc., que causan trepidación y ruido, lo cual eventualmente transmite una pequeña molestia a los ocupantes de los vehículos, que tiene el objetivo de inducir a los conductores a reducir la velocidad de operación en sitios donde existe riesgo de ocurrencia de accidentes. La altura de las bandas alertadoras determina el nivel de impacto en los conductores, por lo cual ésta se determinará de acuerdo con el nivel de restricción que se quiera obtener, en todo caso no deberán sobresalir del pavimento más de 3 cm.

Estos dispositivos deberán ser instalados en todo el ancho de la calzada, por parejas de bandas de 50 cm de longitud, espaciadas entre sí 1 m. Dichas parejas estarán separadas en progresión logarítmica, de forma similar a las líneas reductoras de velocidad tratadas en el acápite 109.07.8, para generar en el conductor un efecto óptico sonoro de aceleración del vehículo, que lo induzca a reducir la velocidad de operación. El diseño de este tipo de dispositivos y la separación entre líneas se muestra en la figura 109.46.

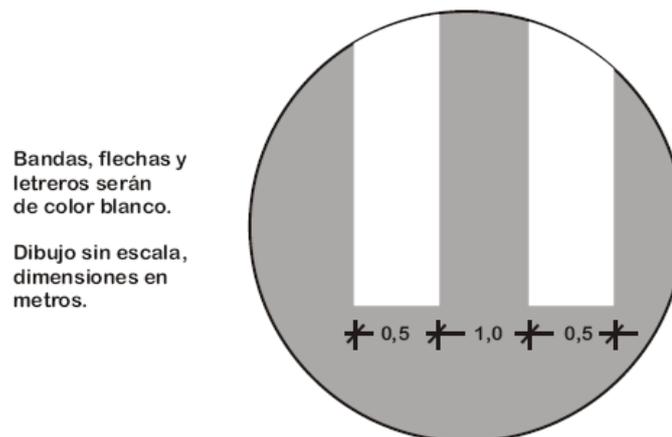


FIGURA 109.46 DISPOSICIÓN DE BANDAS ALERTADORAS CONSTRUIDAS CON ESTOPEROLES

Su uso se orientará en especial a las vías rurales. No se recomienda su utilización en zonas de edificaciones habitadas, ya que se incrementan los niveles de ruido y se genera vibración al paso de los vehículos sobre estos dispositivos, creando conflictos con la comunidad.

Otros dispositivos opcionales como las bandas alertadoras construidas mediante baterías de estoperoles cerámicos, estarán constituidas por líneas separadas entre sí 30 cm y con separación entre estoperoles de 30 cm, distribuidas como se muestra en la figura 109.47. Cada batería reemplazará un par de bandas como las mostradas en la figura 109.46.

109.07.11 OTROS REDUCTORES DE VELOCIDAD

Existen otros elementos que sirven como reductores de velocidad provisionales, tales como lazos y cadenas. Dichos elementos no deberán tener un ancho superior a 5 cm. Además, se deberán utilizar con precaución y aplicando normas especiales de seguridad, ya que se trata de elementos no fijados a la plataforma vial, que podrían ser eventualmente la causa de accidentes.

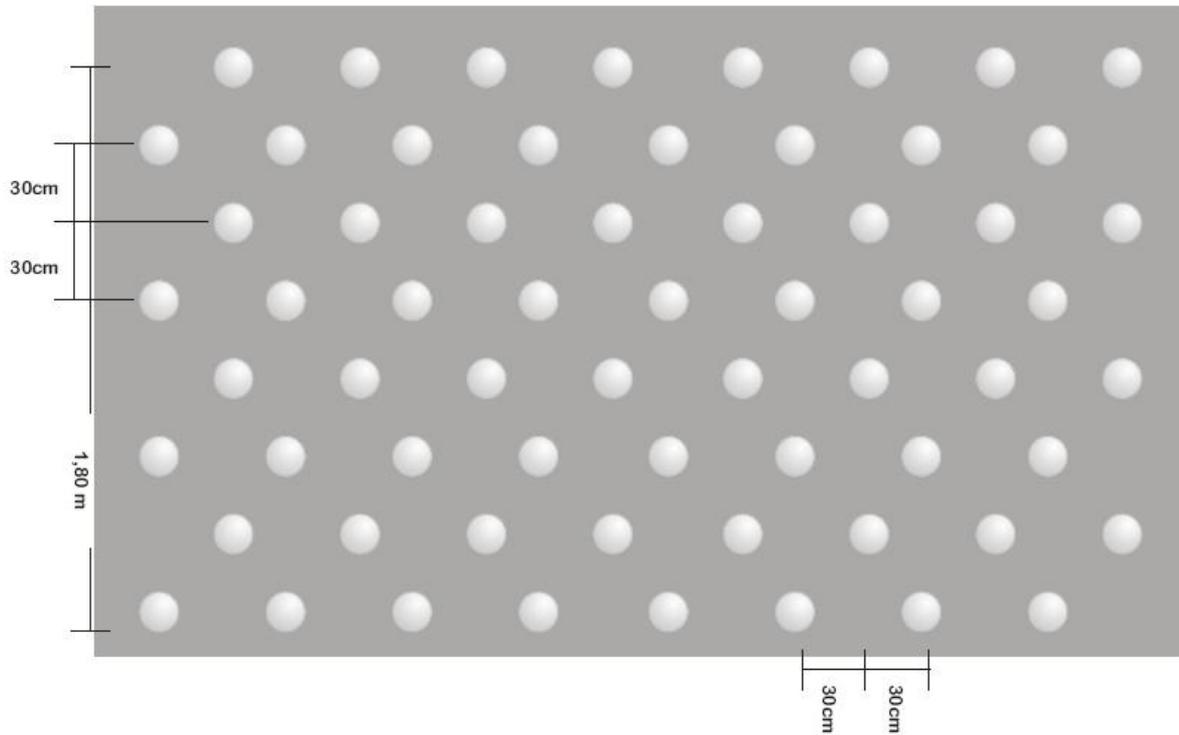


FIGURA 109.47 DISEÑO DE UNA BANDA ALERTADORA CONSTRUIDA CON ESTOPEROLES CERÁMICOS

109.07.12 BORDES ALERTADORES

El borde alertador consiste en una línea dentada que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo, cuando éste traspasa dicha línea. Se instala normalmente inmediatamente después de la línea de borde de la calzada, unos centímetros dentro de la banquina o del área sobre la que se desea alertar al conductor que no ingrese. El diseño considera sectores elevados de demarcación cuya altura varía entre 8 mm y 15 mm, con largo entre 10 cm y 25 cm, y separación de 50 cm a 70 cm. Ver figura 109.48.

Dimensiones en milímetros

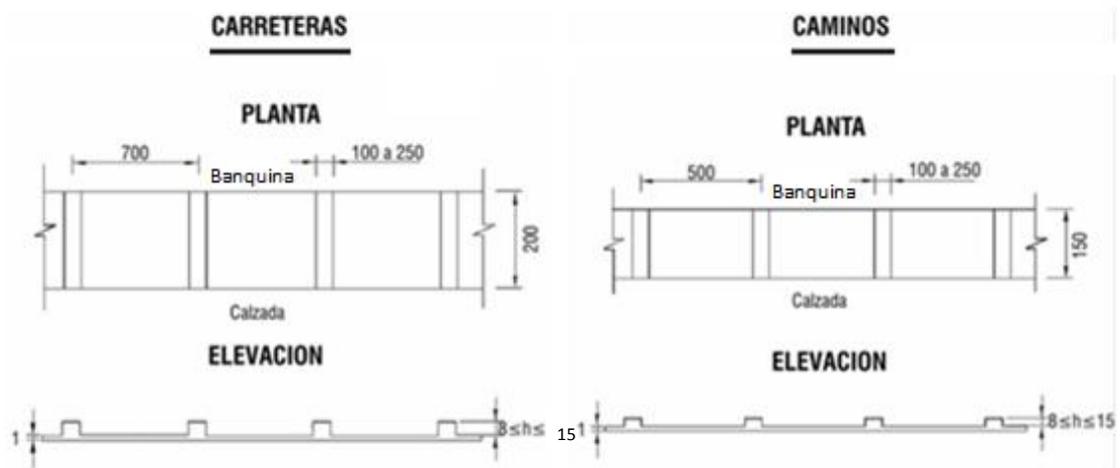
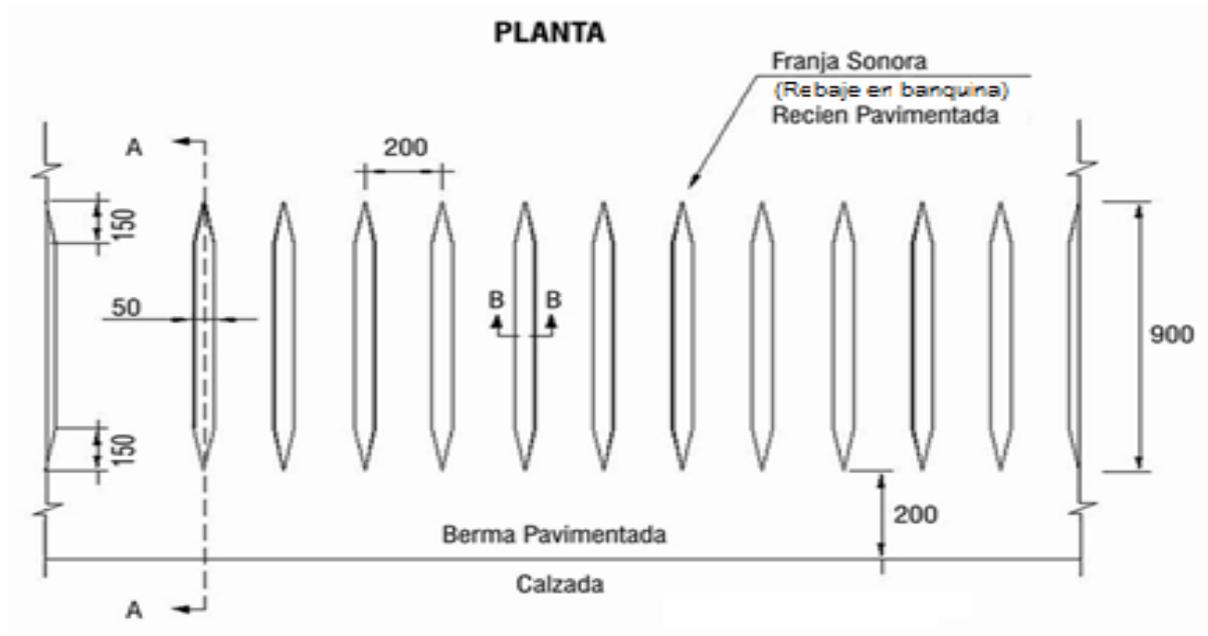


FIGURA 109.48 BORDE ALERTADOR

109.07.13 FRANJAS SONORAS

Estos dispositivos consisten en rebajes transversales que se ejecutan en banquetas pavimentadas, lo que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo, advirtiendo al conductor que está abandonando la calzada y debe efectuar maniobras de control.

Estos rebajes tienen una profundidad de 2,5 cm y ancho de 5 cm, y deben ejecutarse transversalmente a la banquina en una longitud de 90 cm, separados 20 cm entre sí. Ver figura 109.49.



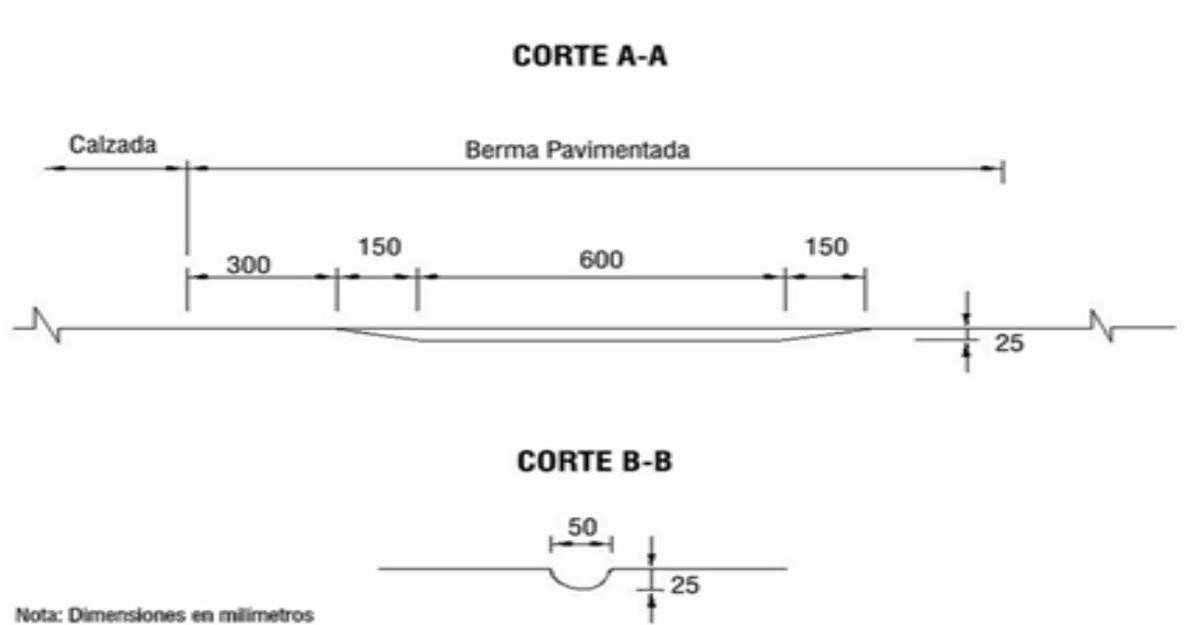


FIGURA 109.49 FRANJAS SONORAS

109.08 DELINEADORES DE PISO

109.08.1 TACHAS

109.08.1 (a) Generalidades

Si la señalización horizontal se aplica y se mantiene en forma apropiada, es fácilmente visible durante el día y cuando se reflectorizan con esferas de vidrio, es igualmente efectiva y visible durante la noche, en tiempo seco. Sin embargo, en condiciones de lluvia la demarcación se cubre de una película de agua, las esferas no reflejan la luz en forma apropiada y la línea de demarcación deja de ser visible para los usuarios de las vías.

Los dispositivos más efectivos para mejorar la visibilidad de la demarcación en circunstancias de humedad del pavimento son las tachas reflectivas.

Este tipo de señalización consiste en la instalación de cuerpos sólidos de superficie lisa, blancas o de color, que tienen incorporados materiales reflectivos. Sirven generalmente como complemento de las marcas de pintura en el pavimento y son de gran utilidad para la separación de las vías de circulación, delineación de carriles y señalización de obstáculos.

109.08.1 (b) Función

- Complementar las líneas pintadas sobre el pavimento, guiando al conductor cuando llueve y pierde de vista la línea canalizadora. Así se evita la invasión involuntaria de otros carriles por distracción o fatiga del conductor. Se usan en la línea central para vías de doble sentido, y en línea de carriles para la circulación del tránsito en el mismo sentido y en línea de borde de pavimento.

- Indican el sentido de circulación. Mostrando su cara reflectiva al tránsito que viene en la dirección correcta. Son mono direccionales cuando hay circulación en un solo sentido y bidireccionales cuando hay circulación en ambos sentidos.
- Previenen sobre los peligros que pueden ofrecer curvas fuertes, curvas y contracurvas, en zonas montañosas, intersecciones peligrosas, zonas de adelantamiento prohibido y otras características que impliquen riesgos.
- Sirven para demarcar acceso a zonas de reducción o aumento en el número de carriles.
- Sirven para demarcar porciones de pavimento designadas para ser compartidas con otros usuarios de la vía, como cruces peatonales, carriles para bicicletas e islas dentro de la calzada.
- Identifican ciertas características de las calzadas como rampas de salida de las vías. En éstas se colocan en la punta de las bifurcaciones.

109.08.1 (c) Criterios de aplicación

Se sugieren los siguientes criterios para el diseño e instalación de las tachas reflectivas:

- Seleccionar la vía a ser demarcada, basándose en la frecuencia de los accidentes que han sucedido en horas nocturnas y en condiciones climáticas adversas (lluvia), o bien basándose en otros criterios establecidos que resulten aceptables.
- Disponer las tachas reflectivas en lugares peligrosos conocidos, tales como intersecciones con señales de PARE y cruces a nivel con ferrocarril.
- Disponer tachas reflectivas en curvas.
- Relacionar sitios peligrosos consecutivos de modo tal que se pueda preparar un solo diseño para todos ellos, por ejemplo: una vía en curva puede conectarse con tachas reflectivas a una intersección o a un puente angosto.
- Revisión de las tachas reflectivas instaladas para ver si es necesario agregar otras adicionales, con el fin de aplicar plenamente criterios básicos.

109.08.1 (d) Ubicación lateral

Las tachas reflectivas se instalarán al lado izquierdo de las líneas que van a complementar, a una distancia de 5 cm, a excepción de las líneas de borde de pavimento, cuando existe banquina pavimentada, ya que pueden colocarse del lado derecho de las líneas.

Cuando existan dos líneas continuas de adelantamiento prohibido se ubicarán en el centro de las dos líneas.

109.08.1 (e) Tipos, colores, formas y tamaños

Existen tres grupos de tachas reflectivas en cuanto al material de fabricación:

- de cerámica,
- de materiales plásticos, y
- metálicas.

Los colores más comunes son:

- blanco,
- amarillo,
- rojo.

Sin embargo, para casos especiales pueden usarse tachas azules, para aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica, donde se ubican sobre las líneas de borde de pavimento.

Existen diferentes formas de tachas reflectivas: redondas, cuadradas, rectangulares y ovaladas, con superficie convexa o piramidal, pero en cualquier caso se deberán escoger las de superficie lisa y cuya protuberancia no tenga aristas muy pronunciadas, para que prolongue la duración del dispositivo adherido al pavimento y el impacto de las ruedas de los vehículos no sea excesivamente fuerte. Ver figura 109.50.

El área de cada cara reflectiva debe ser mínimo de 20 centímetros cuadrados y la base debe tener un área mínima de 75 centímetros cuadrados para garantizar su adherencia al pavimento y prolongar su vida útil. La altura no debe ser mayor de 2,5 cm.

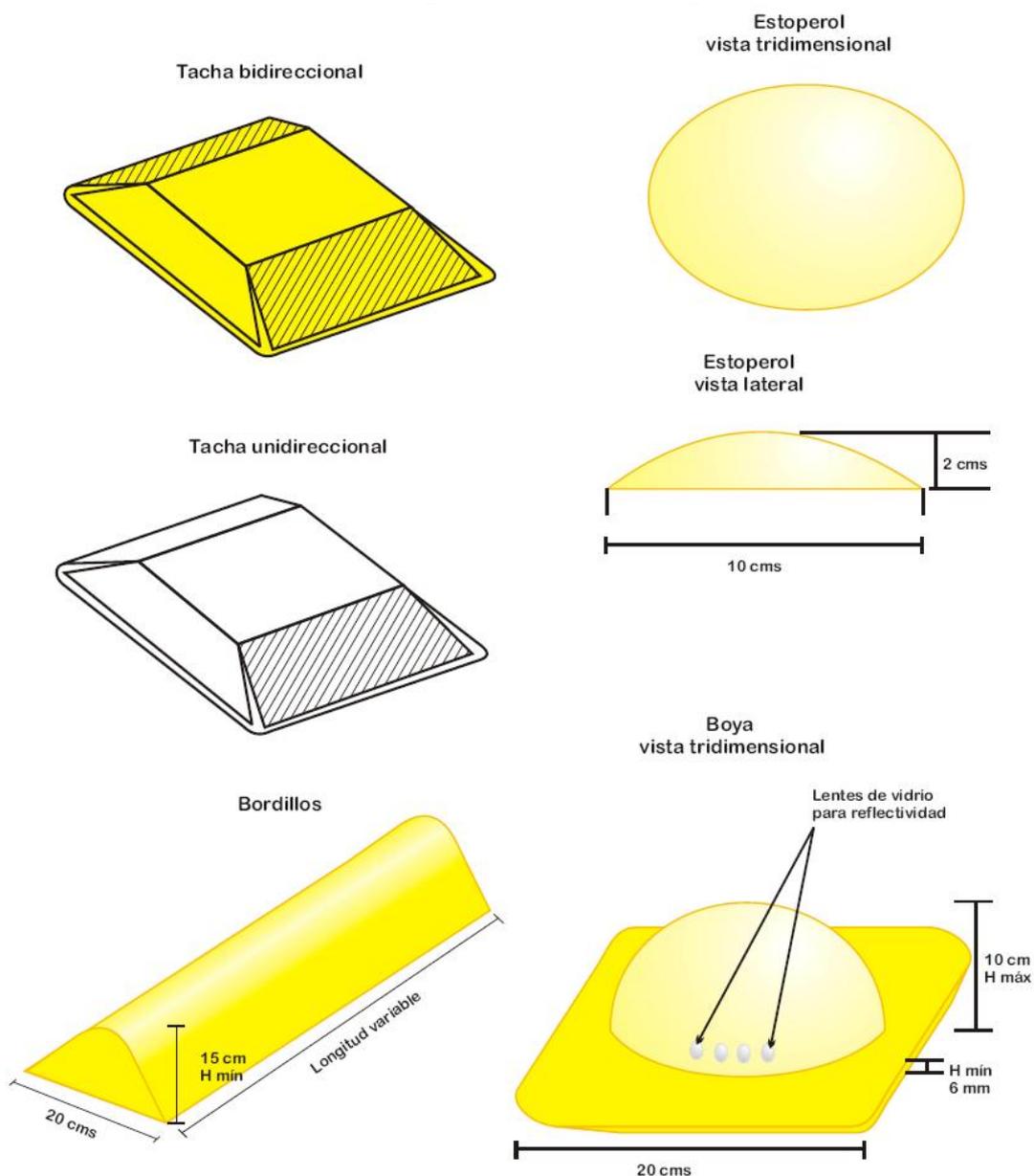


FIGURA 109.50 DELINEADORES DE PISO

109.08.1 (f) Distribución de acuerdo a colores y funciones**109.08.1 (f1) Distribución en marcas longitudinales**

Serán distribuidas de acuerdo a lo indicado en la tabla 109.8, a continuación.

TABLA 109.8 UBICACIÓN DE TACHAS REFLECTIVAS EN MARCAS LONGITUDINALES

TIPO DE MARCA	UBICACIÓN	CARA REFLECTIVA
Líneas centrales segmentadas amarillas	En el centro de la línea, cada dos espacios	Bidireccional
Líneas de carril	En el centro de la línea, cada dos espacios	Monodireccional
Líneas de canalización	Cada 6 m	Monodireccional
Líneas de borde de pavimento	Cada 24 m	Monodireccional
Líneas de transición en el ancho del pavimento	Cada 8 m	Monodireccional o Bidireccional
Líneas de aproximación a obstrucciones centrales con tránsito en un solo sentido	Cada 6 m	Monodireccional
Líneas de aproximación a obstrucciones centrales con tránsito en ambos sentidos	Cada 6 m	Bidireccional
Líneas para carriles de contraflujo	Cada 3 m	Bidireccional

Nota.- Los colores de las tachas reflectivas deberán ser los mismos que las demarcaciones que están complementando.

109.08.1 (f2) Distribución en islas y obstáculos

En una vía rápida, antes de llegar a una bifurcación central, en la línea canalizadora que llegue al vértice de la isla divisoria, se colocarán tachas o boyas reflectivas amarillas a lo largo de la longitud de la aguja, a una distancia de 3 m entre cada una. Los bordes laterales de la isla se marcarán igualmente con tachas reflectivas, colocadas en intervalos de 3 m.

109.08.1 (f3) Distribución en estacionamientos

Se utilizarán tachas reflectivas de color blanco. La distribución y el espaciamiento deberá ser establecido cuidadosamente, de forma de no causar desorientación o confusiones a los conductores.

109.08.1 (f4) En curvas peligrosas y tramos de alto riesgo de accidentes

En estos sitios se instalarán tachas reflectivas en la línea central, con una separación de 6 m y en la línea de borde pavimento cada 12m.

109.08.1 (g) Adhesivos

Para adherir las tachas reflectivas al pavimento se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en el Capítulo 114 de la presente Guía. En los casos en que la superficie del pavimento sea de hormigón o en asfalto desgastado con agregados expuestos o deficiencia de ligante, es recomendable utilizar pegante epóxico de dos o más componentes.

109.08.2 ESTOPEROLES Y BOYAS

El estoperol es un dispositivo en forma de botón, fabricado en materiales cerámicos o de caucho prensado y esmaltado, lo cual permite obtener un producto duro de superficie brillante, con una alta resistencia mecánica al impacto y al desgaste por fricción. También pueden ser fabricados en materiales metálicos.

Los estoperoles deberán cumplir las mismas pruebas de resistencia a la tensión y a la compresión fijadas para las tachas reflectivas en la especificación técnica correspondiente.

La forma del estoperol es la de una sección de esfera (o domo), con una base plana de 10 cm de diámetro y una altura de 2 cm en la parte más alta del plano perpendicular a la base. Serán de color blanco o amarillo.

Su uso puede ser como marcador, en el sentido paralelo a la circulación del tránsito, en cuyo caso se colocan sobre las líneas de demarcación, cumpliendo la función de avisar al conductor que está haciendo un cambio de carril. También se utilizan como reductores de velocidad, en la construcción de bandas sonoras, como se explica en la sección 109.07.10.

Por su forma pueden ser visibles en condiciones atmosféricas adversas, ya que su esmalte refleja la luz en horas de oscuridad.

Para la adherencia de los estoperoles y las boyas al pavimento, se utilizan los mismos productos que para las tachas reflectivas. Las características y dimensiones de estos dispositivos se observan en la figura 109.50.

Las boyas son elementos fabricados en materiales metálicos o en resina poliéster maciza de color amarillo porcelanizado, de alta resistencia al impacto, que tienen en su cara frontal lentes reflectantes de la luz y que se utilizan como dispositivos canalizadores del tránsito, especialmente para demarcar islas o bordillos. En ningún caso podrán ser utilizados como reductores de velocidad.

109.08.3 TACHONES Y BORDILLOS

Los tachones son dispositivos sólidos fabricados en resina poliéster maciza de color amarillo porcelanizado, de alta resistencia al impacto, que se anclan al piso mediante dos (2) espigas de varilla de acero corrugado de 16 mm (5/8") y 12 cm de longitud. Se utilizan para separar carriles de circulación en un mismo sentido, principalmente cuando se tienen carriles exclusivos para el transporte público.

La parte superior del tachón estará formada por una superficie curva con forma de joroba, que une las dos caras frontales que tienen dos tipos de inclinación, una de menor ángulo en el plano vertical (mayor drasticidad) que se coloca adyacente al flujo de tránsito de los vehículos de transporte

público y la de mayor ángulo que se ubica lindando con el carril de tránsito destinado a vehículos particulares. Todos los bordes que unen las caras del tachón serán redondeadas.

Su altura será de 8 cm, el ancho de 15 cm y el largo de 40 cm. El área de contacto con la superficie del pavimento será como mínimo de 600 cm². Las características geométricas del tachón se muestran en la figura 109.51.

La base del tachón deberá estar libre de lustre o sustancias que pudieran reducir su ligadura con el adhesivo. Esta deberá ser plana.

Se deberá utilizar únicamente pegante epóxico de dos (2) o más componentes.

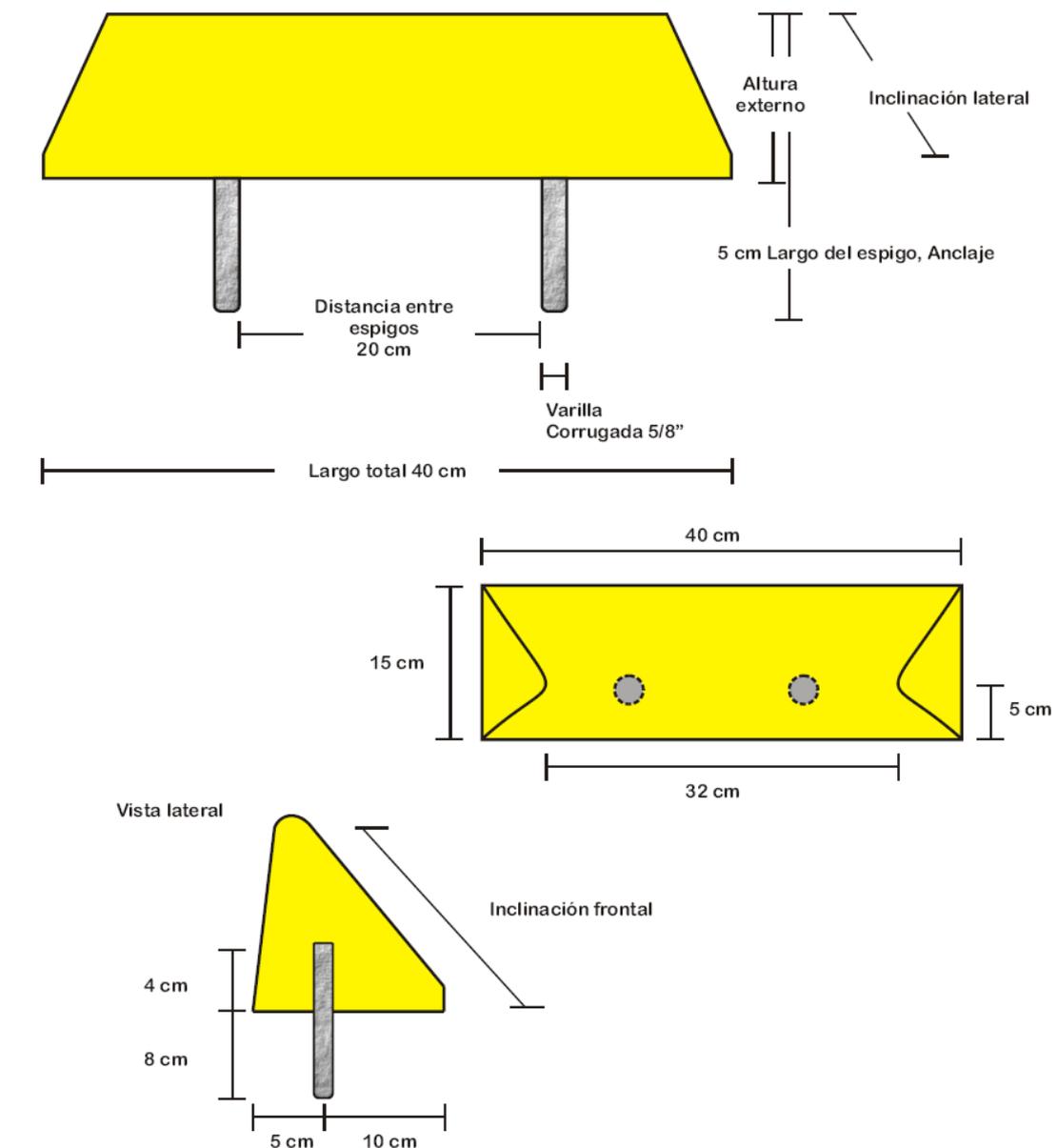


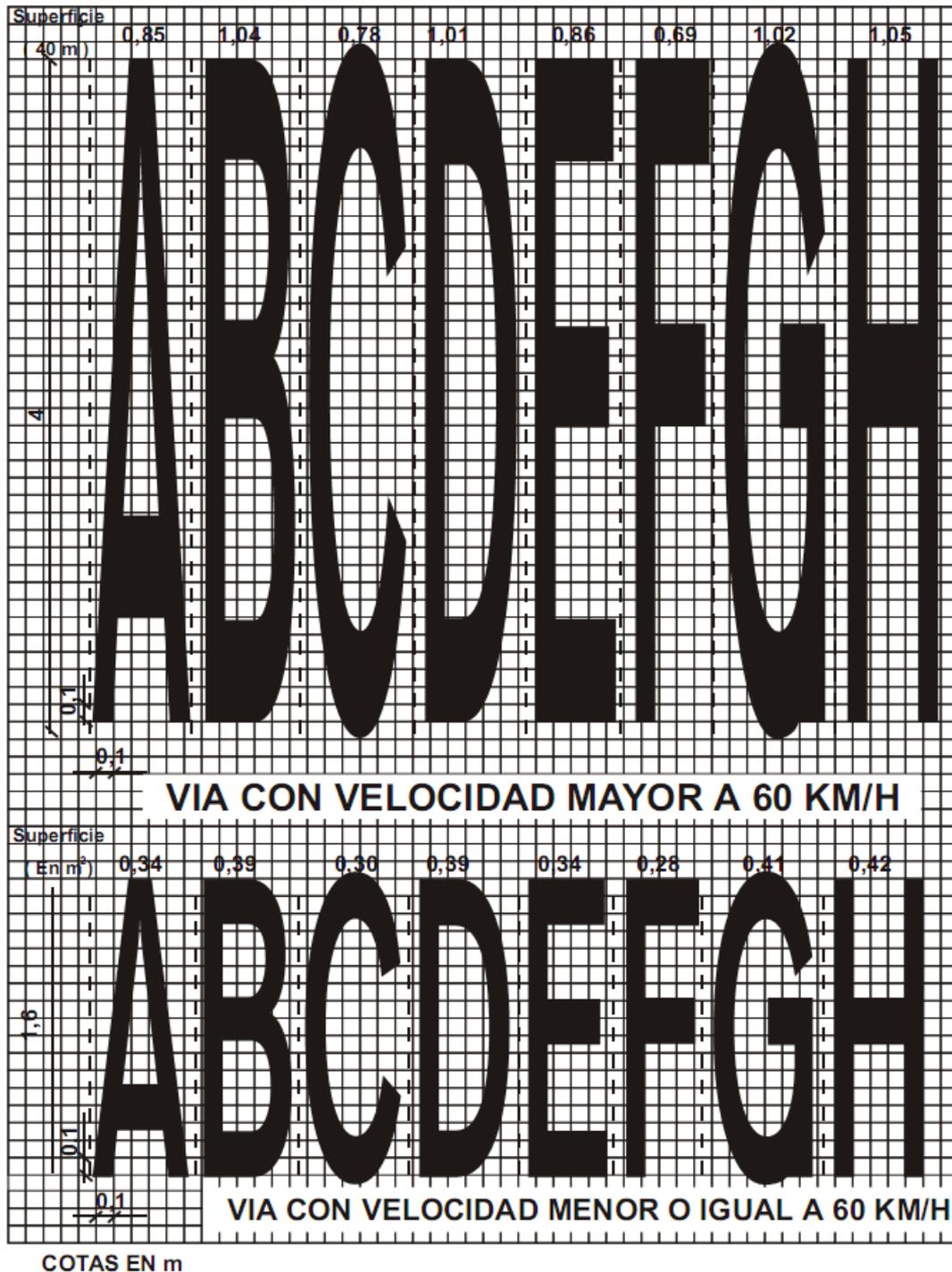
FIGURA 109.51 TACHONES

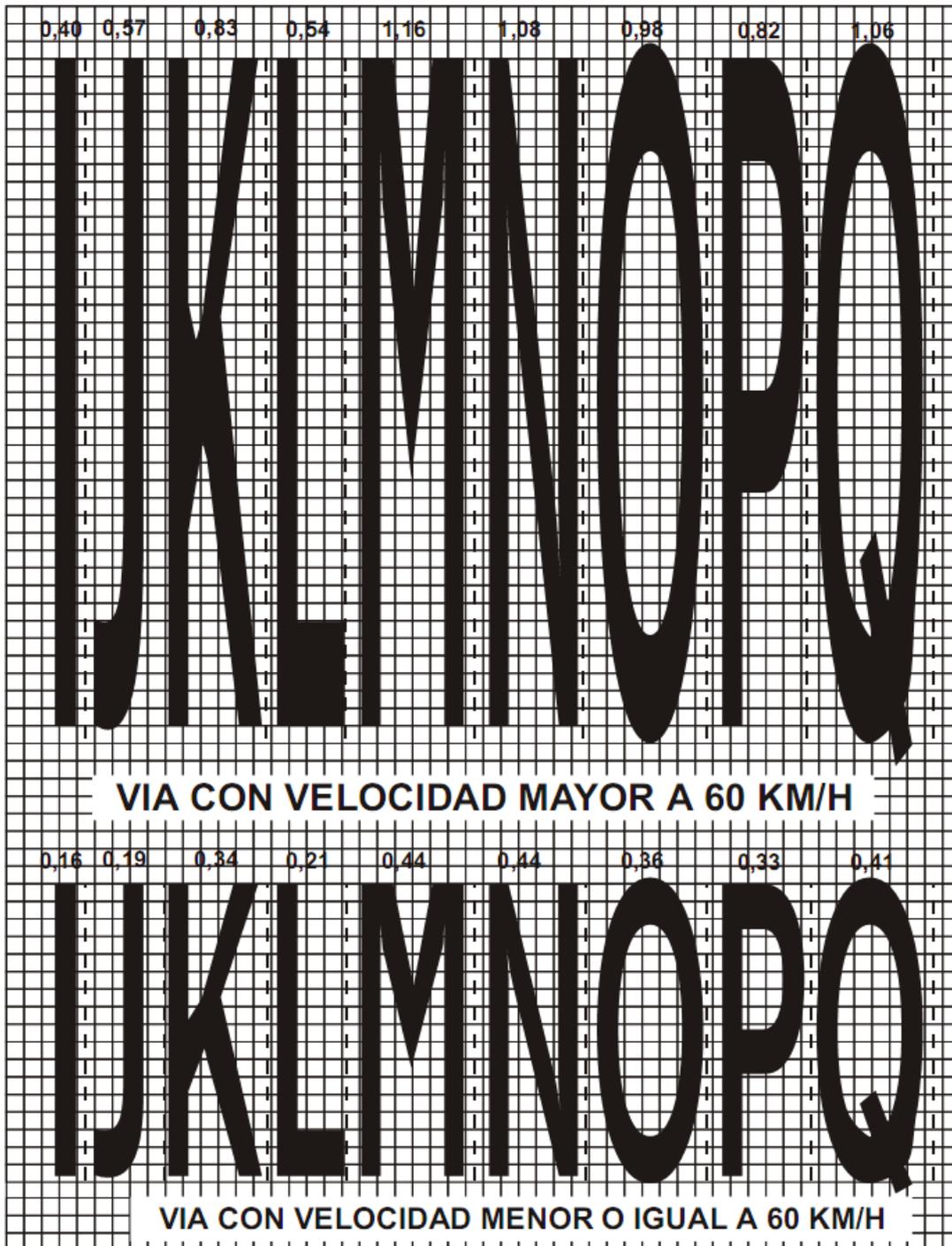
Los bordillos son elementos fabricados en concreto de resistencia mínima de 175 kg/cm^2 , con refuerzo en varilla de acero de 12 mm (1/2") y que se anclan al piso mediante dos espigas en varilla de acero corrugado de 16 mm (5/8"). Se utilizarán principalmente como topes en zonas de estacionamiento, para separación de calzadas de circulación o carriles exclusivos para el transporte público, para demarcar sardineles o islas, etc.

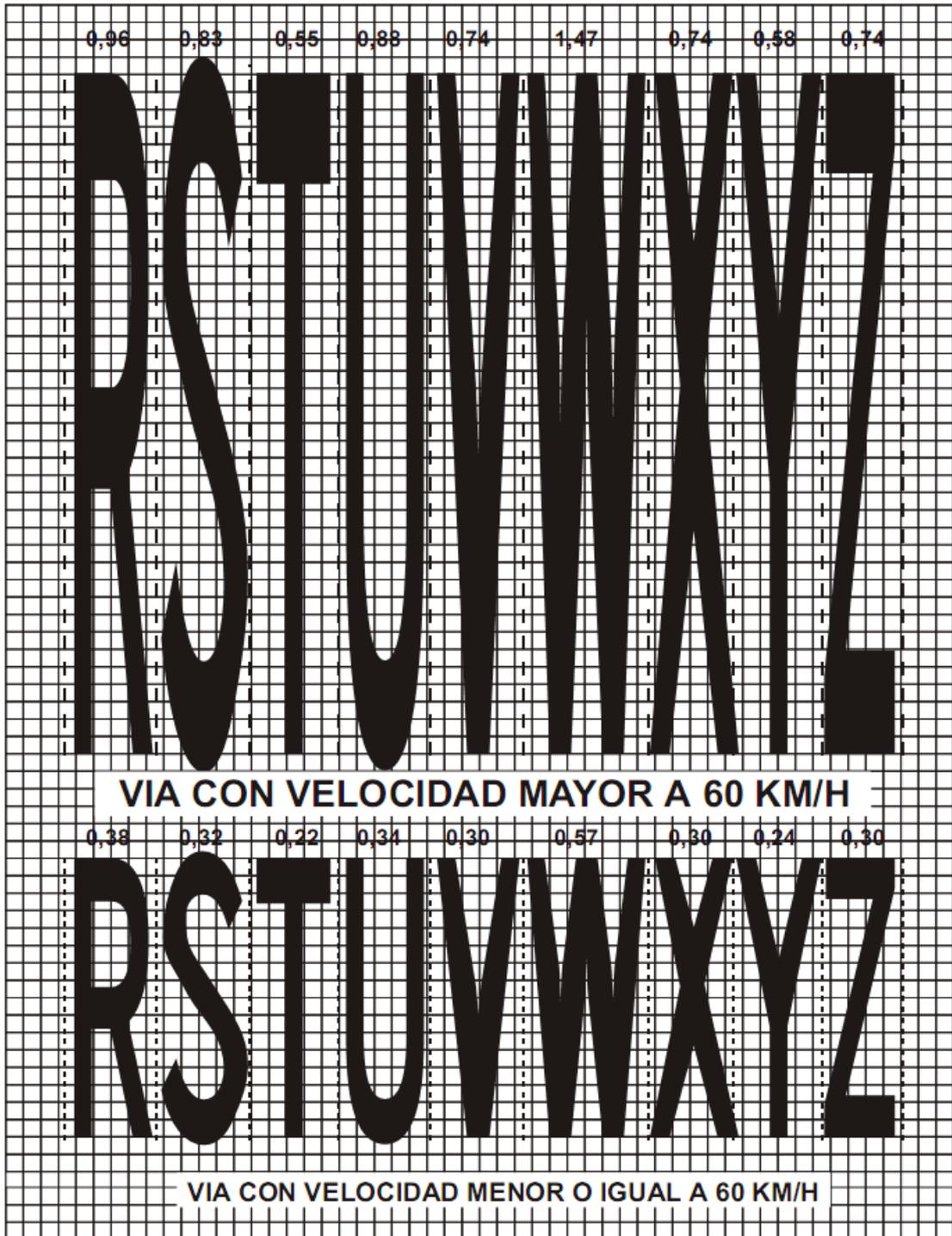
Su adherencia al piso puede realizarse con pegante epóxico de dos o más componentes. Sus características y dimensiones se muestran en la figura 109.50.

110. ALFABETOS PARA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

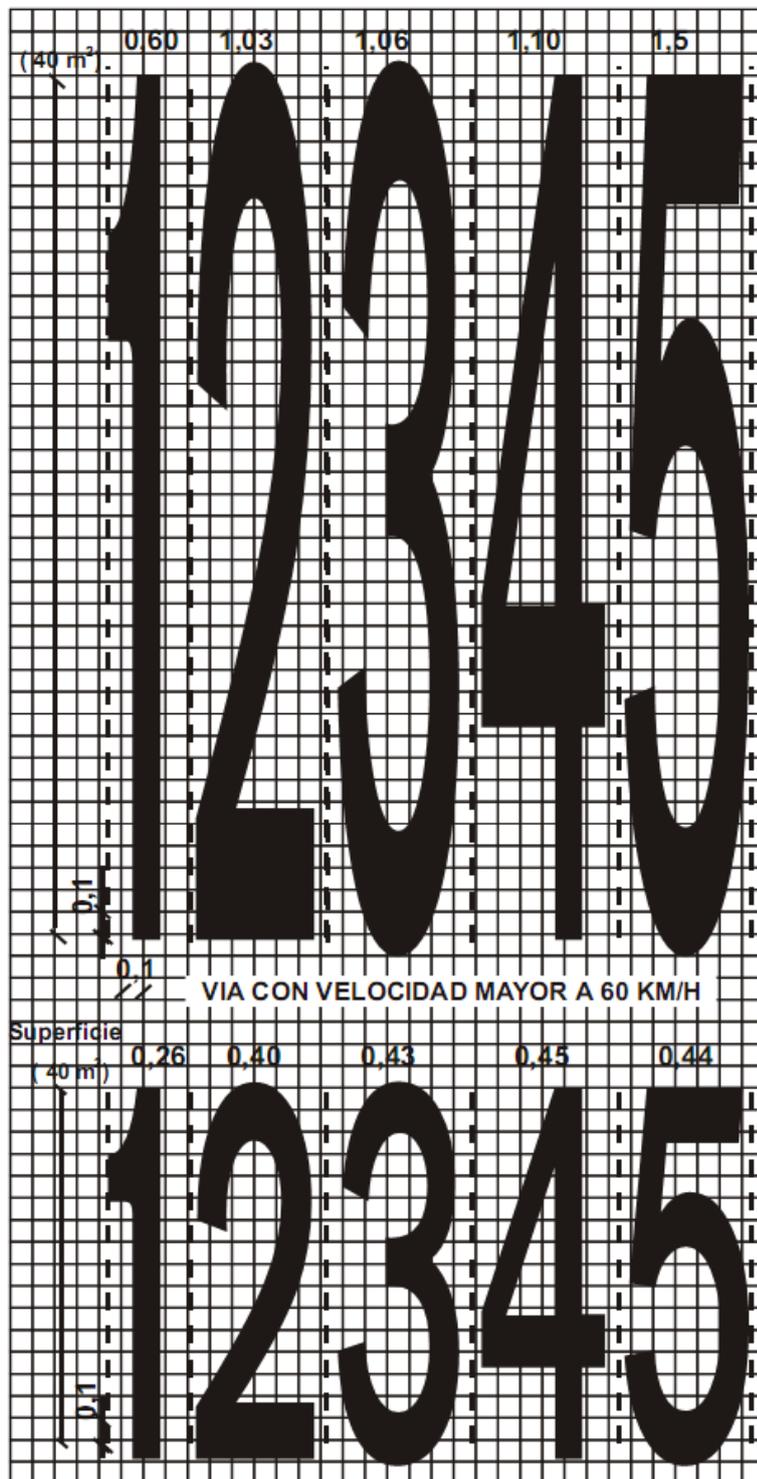
110.01 LETRAS

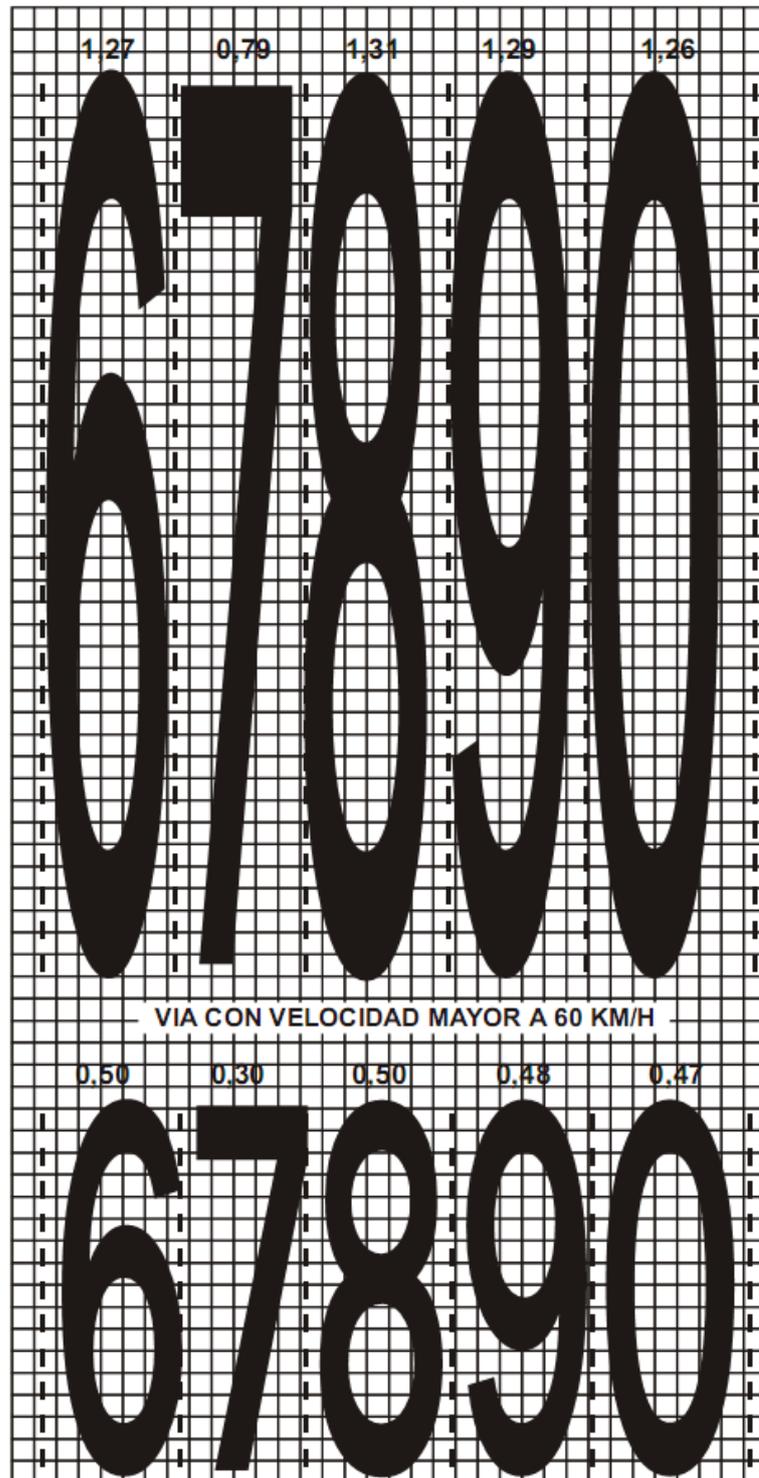






110.2 NÚMEROS





111. SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA EN ZONAS DE TRABAJO



111.01 SEÑALIZACIÓN DE CALLES Y CARRETERAS AFECTADAS POR OBRAS

111.01.1 GENERALIDADES

Cuando se ejecutan trabajos de construcción, rehabilitación, mantenimiento o actividades relacionadas con servicios públicos en una determinada vía, o en zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.

Dichas situaciones deberán ser atendidas especialmente, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas, que se incorporan al desarrollo del proyecto cualquiera sea su importancia o magnitud, con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

Las distintas características de cada obra y la variedad de condiciones que se pueden presentar, impiden establecer una secuencia rígida y única de dispositivos y normas. En todo caso la realización de obras que afecte la normal circulación del tránsito, deberá ser concordante con las disposiciones técnicas contenidas en este capítulo y ofrecer la protección a conductores, pasajeros, peatones, personal de obra, equipos y vehículos.

Las disposiciones técnicas están orientadas a las situaciones más comunes, llamadas a lograr la uniformidad en su aplicación en sectores rurales y urbanos. Se especifican normas para el diseño, aplicación, instalación y mantenimiento de los diferentes tipos de dispositivos para la regulación del tránsito, requeridos para los trabajos en vías públicas, o en terrenos próximos a ellas, que afecten el desplazamiento de los usuarios de la vía. Situaciones típicas de señalización de obras que afectan el tránsito en las vías, se ilustran en este Capítulo de la presente Guía con una serie de figuras que presentan la correcta aplicación de las medidas técnicas necesarias para el uso de los dispositivos.

Los principios y normas establecidas para cada obra, sin excepción, deberán ser tratados en forma individual y corresponderá a los organismos responsables controlar, exigir el cumplimiento de requisitos y otorgar el respectivo permiso para la ejecución de trabajos en la vía pública que comprometan el tránsito de personas y vehículos.

Los dispositivos para la regulación del tránsito deberán ubicarse con anterioridad al inicio de la obra, permanecer durante la ejecución de la misma y serán retirados una vez cesen las condiciones que dieron origen a su instalación. Cuando las operaciones se realicen por etapas, deberán permanecer en el lugar solamente las señales y dispositivos que sean aplicables a las condiciones existentes y ser removidas o cubiertas las que no sean requeridas.

Es competencia de la entidad contratante establecer la responsabilidad de la instalación de señales en las obras que se realicen en la vía o en zonas adyacentes a ella. Las señales verticales de tránsito que se emplean en zonas de construcción, rehabilitación, mantenimiento y ejecución de obras viales, están incluidas y contempladas en los mismos grupos que el resto de las señales de tránsito, es decir, preventivas, reglamentarias e informativas.

El uso de luces amarillas intermitentes, banderas, etc., junto con las señales, es permitido siempre y cuando no interfiera con la visibilidad de otros dispositivos ubicados a lo largo del tramo señalado. Todas las señales que se utilicen en la ejecución de obras deberán ser reflectivas. Para las señales verticales se utilizarán materiales reflectivos Tipo I o de características superiores, sin embargo, para carreteras y vías urbanas rápidas, es aconsejable utilizar lámina reflectiva Tipo III.

Las señales deberán colocarse conforme al diseño y alineación de la vía, e instalarse de tal forma que el conductor tenga suficiente tiempo para captar el mensaje, reaccionar y acatarlo. Como regla general, se instalarán al lado derecho de la vía; en vías de dos o más carriles por sentido de circulación se colocarán el mismo mensaje en ambos costados. Cuando sea necesario, en las zonas de trabajo se podrán instalar señales sobre la calzada en soportes portátiles; también es permitido instalarlas sobre las barreras.

Las señales que requieran una mayor permanencia en el sitio de las obras, se instalarán en soportes fijos y aquellas que requieran una menor permanencia, se instalarán en soportes portátiles.

En carreteras y vías urbanas rápidas, la primera señal de prevención que advierta la existencia de la obra deberá colocarse aproximadamente a 400 metros antes de su inicio. Cuando se presenten vías alternas que faciliten el desvío de los vehículos del sitio de las obras, se recomienda señalar las diferentes alternativas que permitan indicar tal situación. En zonas urbanas, para las arterias o vías de menor jerarquía, se recomienda colocar la primera señal a una distancia entre 100 y 200 metros.

En vías de alta velocidad y acceso limitado, la distancia de las señales de prevención debe aumentarse a 400 metros o más. En estos casos conviene colocar señales informativas, con anticipación a las señales preventivas, indicando la proximidad de una obra en construcción, utilizando letras de tamaño suficiente para ser leídas a la velocidad de circulación de los vehículos.

Algunas obras que se desarrollan sobre las vías son dinámicas, lo cual requiere un tratamiento especial, como es el caso de los trabajos de señalización horizontal. En tales circunstancias, además de los dispositivos requeridos para la señalización de la obra, se podrá instalar una valla informativa en un vehículo estacionado con anticipación al lugar de trabajo o en el mismo vehículo de trabajo, caso en el cual podrá desplazarse conjuntamente con el personal que desarrolla la obra.

111.02 SEÑALES VERTICALES TRANSITORIAS

Además de las señales verticales contenidas en este capítulo, para la señalización de vías afectadas por obras se podrán utilizar las contenidas en el Capítulo 102 de la presente Guía, siempre que se dé aplicación a las características de color y tamaño que se indican a continuación para las diferentes clases de señales.

111.02.1 SEÑALES PREVENTIVAS

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y puede presentarse un cierre parcial o total de la vía. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra. Estas señales se identificarán por el código PT-Número.

Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla. En vías urbanas tendrán como mínimo un tamaño de 60x 60 ó 75x75 cm; para carreteras y vías urbanas de alta velocidad su tamaño será como mínimo de 90 x90 cm ó 120 x120 cm. Se colocarán a el (los)lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

Cuando se requieran señales preventivas con texto, su forma será rectangular. Las letras del mensaje serán de una altura mínima de 15 cm, utilizando el alfabeto de la serie D de Señalización Vertical.

Además de las señales preventivas contenidas en la Sección 102, se podrán utilizar las siguientes, para la señalización de obras que afecten las vías.

PT-01

	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES PREVENTIVAS
PT-01	TRABAJOS EN LA VÍA

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Placa con fondo anaranjado. Orla y figura en color negro de un hombre realizando trabajos con una pala. Se puede añadir una placa debajo de la señal y en el mismo soporte con la indicación de la distancia de los trabajos.	Advierte la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de una obra.	Con suficiente anticipación de la zona a señalar, quedando ello a criterio de la autoridad.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES

PT-02



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES PREVENTIVAS
PT-02	TRÁNSITO DE MAQUINARIA

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Placa con fondo anaranjado. Orla y figura en color negro de una maquinaria vial pesada.	Advierte la utilización de maquinarias y equipos pesados operando en la calzada o zonas adyacentes.	Con suficiente anticipación de la zona a señalar, quedando ello a criterio de la autoridad.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES

PT-03



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES PREVENTIVAS
PT-03	BANDERERO

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Placa con fondo anaranjado. Orla y figura en color negro de un Banderero. Se puede añadir una placa rectangular debajo de la señal, sobre el mismo soporte, indicando la distancia a que se encuentra (mínimo a 100 m del banderero).	Anticipa la presencia de un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito en el tramo donde se estén realizando trabajos de construcción o mantenimiento.	Con suficiente anticipación de la zona a señalar, quedando ello a criterio de la autoridad.

OBSERVACIONES

Se podrá usar juntamente con otras señales temporarias, o repetirla variando la distancia.
El banderero agita una bandera roja de día o una linterna de luz roja de noche, para advertir un peligro o indicar maniobras.

111.02.2 SEÑALES REGLAMENTARIAS

Los trabajos en las vías públicas o en las zonas próximas a ellas que afecten el tránsito, originan situaciones que requieren atención especial. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las usadas normalmente, los dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito. Estas señales se identificarán con el código RT-Número.

En los sectores en donde se limite el peso del vehículo, o el peso por eje permitido, además de utilizar las señales reglamentarias correspondientes, en la medida de lo posible se habilitará un desvío para los vehículos que excedan los límites señalados para el tramo sometido a la realización de las obras.

Las señales reglamentarias tienen forma circular y sus colores serán los mismos que se describen para esta clase de señales en las Secciones 102 y 105. En vías urbanas su tamaño mínimo será un círculo de diámetro de 60 ó 75 cm; para carreteras y vías urbanas de alta velocidad el diámetro será de 90 ó 120 cm. Se colocarán al (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

Además de las señales reglamentarias contenidas en la Sección 102, se podrán utilizar las siguientes, para la señalización de obras que afecten las vías:

RT-01



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES REGLAMENTARIAS
RT -01	VÍA CERRADA

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Placa de forma circular; fondo blanco, orla y franja diagonal de color rojo; letras en negro.	Esta señal se empleará para notificar a los conductores el inicio de un tramo de vía por el cual no se permite circular mientras duren las obras.	En el mismo sitio a partir del cual empieza a aplicarse la reglamentación.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES

RT-02



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES REGLAMENTARIAS
RT-02	DESVÍO

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Placa de forma circular, fondo blanco, orla de color rojo; símbolo y letras en negro.	Esta señal tiene el objetivo de notificar al conductor el sitio mismo en donde es obligatorio tomar el desvío señalado.	En el mismo sitio a partir del cual empieza a aplicarse la reglamentación.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES

RT-03



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES REGLAMENTARIAS
RT-03	PASO UNO A UNO

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Placa de forma circular, fondo blanco, orla de color rojo; letras en negro.	Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos, cuando en una calzada de dos carriles se cierra uno de ellos.	En el mismo sitio a partir del cual empieza a aplicarse la reglamentación.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES

111.02.3 SEÑALES INFORMATIVAS

Se utilizarán señales informativas en la ejecución de obras para indicar con anticipación el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos que resulten importantes destacar. Se identifican con el código IT-Número.

Las señales de información deberán ser uniformes y tendrán fondo naranja reflectivo, mensaje y orla de color negro. Para el texto se utilizará el alfabeto tipo D, con una altura mínima de letra de 20 cm.

Las señales informativas en la ejecución de obras que afectan el tránsito por las vías son:

IT-01



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES INFORMATIVAS
IT-01	APROXIMACIÓN A OBRA EN LA VÍA

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Rectángulo con su mayor lado en posición horizontal, con texto en negro y fondo naranja reflectante, con una orla negra fina.	Esta señal se empleará para advertir a conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por una obra. La señal llevará la leyenda "OBRA EN LA VÍA", seguida de la distancia a la cual se encuentra la obra. Se podrá usar conjuntamente con otras señales o repetirla variando la distancia.	Con suficiente anticipación de la zona a señalar, quedando ello a criterio de la autoridad.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES .

IT-02



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES INFORMATIVAS
IT-02	CARRIL CERRADO (DERECHO- CENTRAL - ZQUIERDO)

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Rectángulo con su mayor lado en posición horizontal, con texto en negro y fondo naranja reflectante, con una orla negra fina.	Esta señal se empleará para prevenir a los conductores sobre la proximidad a un tramo de vía en el cual se ha cerrado uno o varios carriles de circulación. El texto de la señal deberá mencionar el (los) carril(es) inhabilitado(s) para el servicio. Por ejemplo: "CARRIL CENTRAL CERRADO".	Con suficiente anticipación de la zona a señalar, quedando ello a criterio de la autoridad.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES.

IT-03



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES INFORMATIVAS
IT- 03	DESVÍO

CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Rectángulo con su mayor lado en posición horizontal, con texto en negro y fondo naranja reflectante, con una orla negra fina. llevando la leyenda "DESVIO A...m" o colocando simplemente "DESVIO" e indicando la distancia en una placa adicional instalada debajo de la señal principal en el mismo soporte.	Anticipa el punto donde el tránsito tiene que desviarse por una calzada o vía temporal.	Con suficiente anticipación de la zona a señalar, quedando ello a criterio de la autoridad.

OBSERVACIONES
Se podrá usar juntamente con otras señales temporarias, o repetirla variando la distancia.

IT-04



	SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA
	SEÑALES VERTICALES
	SEÑALES INFORMATIVAS
IT-04	INICIO DE OBRA
IT-05	FIN DE OBRA

IT-05



CONFORMACIÓN FÍSICA	SIGNIFICADO	UBICACIÓN
Rectángulo con su mayor lado en posición horizontal, con texto en negro y fondo naranja reflectante, con una orla negra fina. Las letras tendrán una altura de mínimo 20 centímetros, utilizando el alfabeto tipo D.	Esta señal indicará el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, con el mensaje "INICIO DE OBRA". Igualmente, se instalará otra señal con las mismas características, pero indicando el sitio de finalización de la obra, con la leyenda "FIN DE OBRA".	Con suficiente anticipación de la zona a señalar, quedando ello a criterio de la autoridad.

OBSERVACIONES
SIN OBSERVACIONES

111.02.4 DISPOSITIVOS PARA LA CANALIZACIÓN DEL TRÁNSITO

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Será necesario que se contemplen medidas especiales que garanticen el paso de los vehículos en forma gradual y segura a través del área de trabajo, considerando la seguridad de los peatones, los trabajadores y los equipos de la obra. Estos elementos deberán estar precedidos por señales preventivas e informativas y en las horas de oscuridad serán complementados con dispositivos luminosos.

Una disminución inadecuada de los carriles de circulación producirá operaciones de tránsito ajenas a la voluntad de los usuarios, que generan congestión y probabilidad de accidentes en el área. Se recomienda considerar las distancias mínimas contempladas en la tabla 111.1.

TABLA 111.1 LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN PARA EL CIERRE DE CARRILES DE CIRCULACIÓN

VELOCIDAD DE OPERACIÓN (km/h)	LONGITUD DE TRANSICIÓN L (m)
60	135
55	130
50	110
45	105
40	100

La longitud mínima recomendada está dada para una vía sin pendiente y de alineamiento recto. En el caso de aproximación a rampas, cruces, sitios de visibilidad restringida, etc. será necesario realizar ajustes a las longitudes de la tabla 111.1. En general, las mejores operaciones de tránsito resultan cuando los ajustes consisten en incrementar la longitud de transición (L) en vez de reducirla.

En proyectos de obras de larga duración, la canalización permanece en el mismo lugar por grandes períodos de tiempo, durante los cuales algunos elementos como conos, barricadas, delineadores tubulares, canecas, etc., se salen de sus lugares originales; por tanto, es necesario revisar la canalización a intervalos regulares para asegurar su correcta ubicación y funcionamiento como medida de regulación del tránsito. Esta operación se facilita si los elementos del alineamiento original se indican en el pavimento con marcas en pintura. En algunas obras solamente será necesaria la canalización durante la jornada de trabajo, por lo cual deberá retirarse diariamente.

Bajo estas circunstancias, la localización de los dispositivos de canalización deberá marcarse la primera vez que se coloquen.

111.02.4 (a) Barricadas

Las barricadas estarán formadas por bandas o listones horizontales, con una longitud entre 2,0 m y 2,4 m y una altura de 0,20 m, separadas por espacios iguales a sus alturas. Las bandas serán fijadas a postes firmemente hincados cuando sean fijadas para obras de larga duración y sobre caballetes

cuando sean portátiles para obras de corta duración. La altura de cada barricada deberá ser de 1,50 m como mínimo. Ver figura 111.1



FIGURA 111.1 BARRICADAS

Las franjas de las barreras serán de colores alternados blanco y naranja, con una inclinación hacia el piso de 45 grados en la dirección del paso de los vehículos. Cuando existen desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas deberán dirigirse hacia ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera. Los soportes y el reverso de la barrera serán de color blanco.

Las franjas deberán ser elaboradas en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 metros, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.

111.02.4 (b) Conos

Los conos de tránsito se emplearán para delinear carriles temporales de circulación, especialmente en los períodos de secamiento de pinturas sobre el pavimento, en la formación de carriles de tránsito que entran a zonas de reglamentación especial y en general en la desviación temporal del tránsito por una ruta.

Son dispositivos en forma de cono truncado fabricados en material plástico anaranjado, con protección UV para evitar su decoloración y de alta resistencia al impacto, de tal manera que no se deteriore ni cause daño a los vehículos.

Deberán tener un mínimo de 0,45 m de altura, con base de sustentación cuadrada, circular o de cualquier otra forma que garantice su estabilidad. Los conos de 0,45 m tendrán dos bandas de 5 cm, separadas entre sí 10 cm, elaboradas en lámina reflectiva blanca Tipo III o Tipo IV. Los conos cuya altura sea de 0,70 m o superior, deberán tener bandas de 15 cm (la superior) y de 10 cm (la inferior). Ver figura 111.2.

Se emplearán conos de mayor tamaño cuando el volumen del tránsito, velocidad u otros factores lo requieran. Para el uso nocturno los conos podrán equiparse con dispositivos luminosos que tengan buena visibilidad.

Es necesario adoptar medidas para asegurar que los conos no sean movidos por la brisa que producen los vehículos que les pasen cerca. Se recomienda colocar lastre en sus bases.

Los conos tienen un mayor impacto visual que los delineadores tubulares. La eficiencia de estos elementos puede aumentarse durante el día, colocando una bandera de color naranja en su parte superior y en la noche cuando son iluminados internamente.

111.02.4 (c) Delineadores tubulares

Estos dispositivos de canalización vehicular y peatonal serán fabricados en material plástico anaranjado. Las características del material serán similares a las descritas en los conos.

Estos elementos tendrán una altura no menor a 0,70 m y un diámetro no menor a 7 cm, ni mayor a 10 cm.

Deberán contar con tres bandas de 7,5 cm, separadas entre sí no menos de 10 cm, elaboradas en lámina reflectiva blanca Tipo III o Tipo IV. En su parte inferior serán anclados a una base que garantice su estabilidad, la cual podrá contar con un lastre que contenga materiales deformables (que no sea concreto ni piedras) y que le proporcione estabilidad en su posición vertical. Ver figura 111.3.

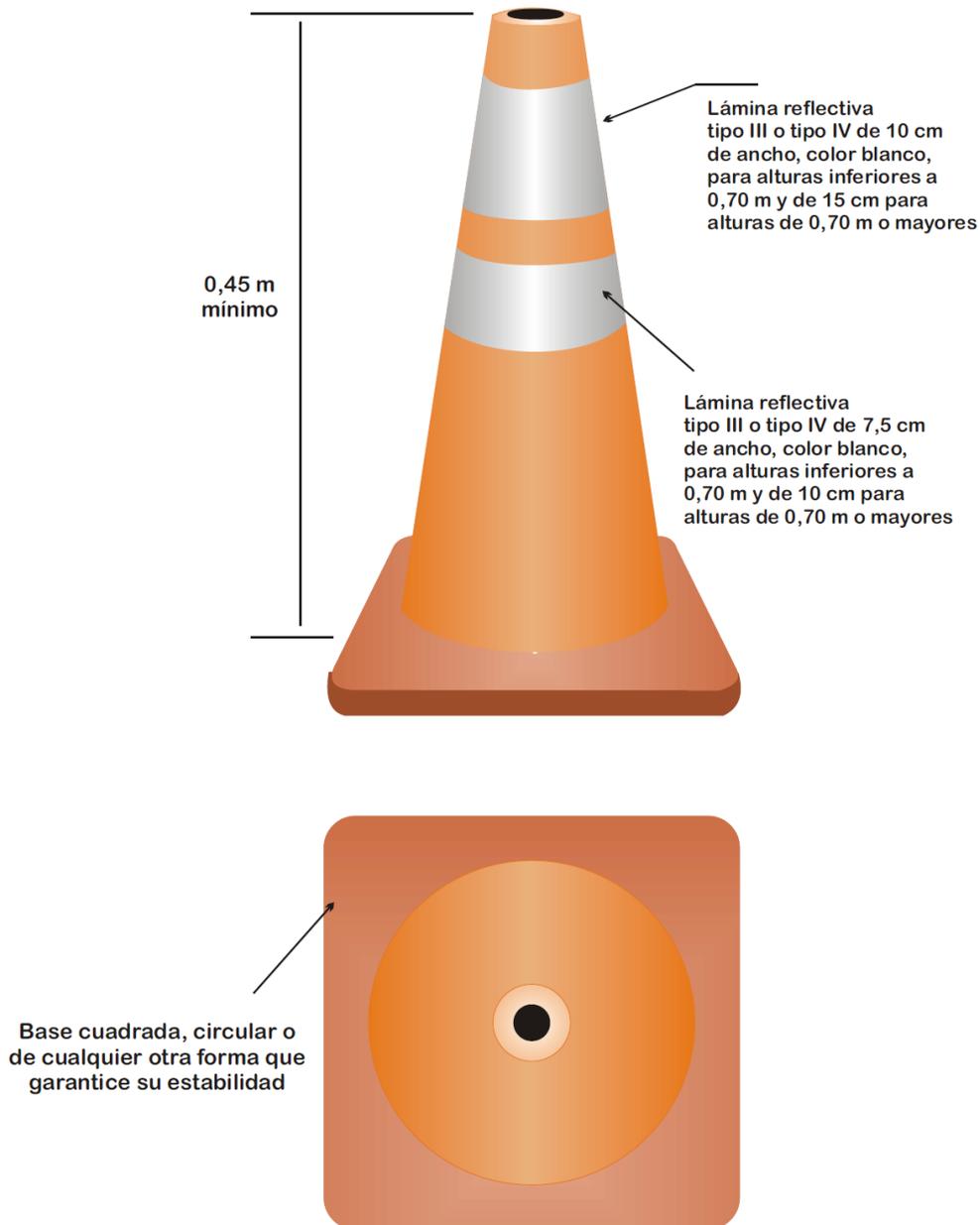


FIGURA 111.2 CONOS

Cuando los delineadores tubulares se utilicen para hacer cerramientos en obras, podrán tener solamente dos franjas reflectivas separadas 15 cm o más y deberán contar con un mínimo de dos (2) orificios o pasadores que permitan canalizar cintas demarcadoras de tres (3) pulgadas de ancho, que se extiendan a lo largo de la zona señalizada. Estos dispositivos no deberán tener filos y sus superficies serán redondeadas. En el caso de que algún elemento impacte el delineador tubular, éste deberá ceder o romperse en pedazos grandes que no constituyan proyectiles contundentes para vehículos o personas.

Para garantizar su estabilidad y funcionamiento, se recomienda una separación entre ellos de aproximadamente 3 m.

Los delineadores tubulares tienen una menor área visible que otros dispositivos y se recomienda ser utilizados en sectores en donde las restricciones de espacio no permitan la colocación de otros dispositivos más visibles.

Los delineadores tubulares deben estabilizarse mediante su fijación al pavimento, al usar bases con lastres, o con pesos tales como sacos de arena que pueden ser descargados sobre los delineadores o encima de la base para suministrar estabilidad adicional.

Los delineadores tubulares pueden utilizarse efectivamente para dividir vías de carriles contrarios, dividir el tránsito de vehículos automotores cuando dos o más carriles se mantienen abiertos en la misma dirección, y para delinear el borde de una caída de pavimento cuando las limitaciones de espacio no permitan el uso de dispositivos más grandes

111.02.4 (d) Cilindros plásticos

Otros dispositivos utilizados para la canalización y separación del tránsito, son los cilindros plásticos los cuales tendrán forma cilíndrica con dimensiones mínimas de 80 cm de altura y 40 cm de diámetro. Su color será anaranjado y deberán contener como mínimo dos franjas blancas de lámina reflectiva Tipo III o Tipo IV, de 15 cm de ancho y podrán contener luces permanentes de advertencia cuando se utilizan para canalización en las horas de oscuridad. Ver figura 111.4.

Dan la apariencia de ser grandes obstáculos que influyen en el grado de respeto de los conductores.

No deberán causar graves daños cuando sean impactados, por lo cual no deberán ser llenados con agua, arena u otro material que pueda aumentar su peso y que puedan causar daños mayores a los vehículos.

Con el objeto de que sean fácilmente transportables deberán ser livianos de peso. Estos dispositivos se usarán para canalizar el tránsito, pero también pueden ser utilizados solos o en grupos para indicar peligros.

111.02.4 (e) Barreras plásticas flexibles (maletines)

Son dispositivos, en material plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía. Generalmente como dispositivos de canalización, se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3 m; su color deberá ser naranja y contarán con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical. Las barreras plásticas deberán tener un diseño similar a las mostradas más abajo.

Para lograr que estos dispositivos tengan un peso que evite su fácil movimiento, deberán ser llenadas con agua o arena. Sus dimensiones mínimas en metros serán: altura 0,60 m, longitud 0,70 m y ancho 0,40 m Cuando su utilización sea nocturna, se hace necesario adosarles una lámpara intermitente. Ver figura 111.5.

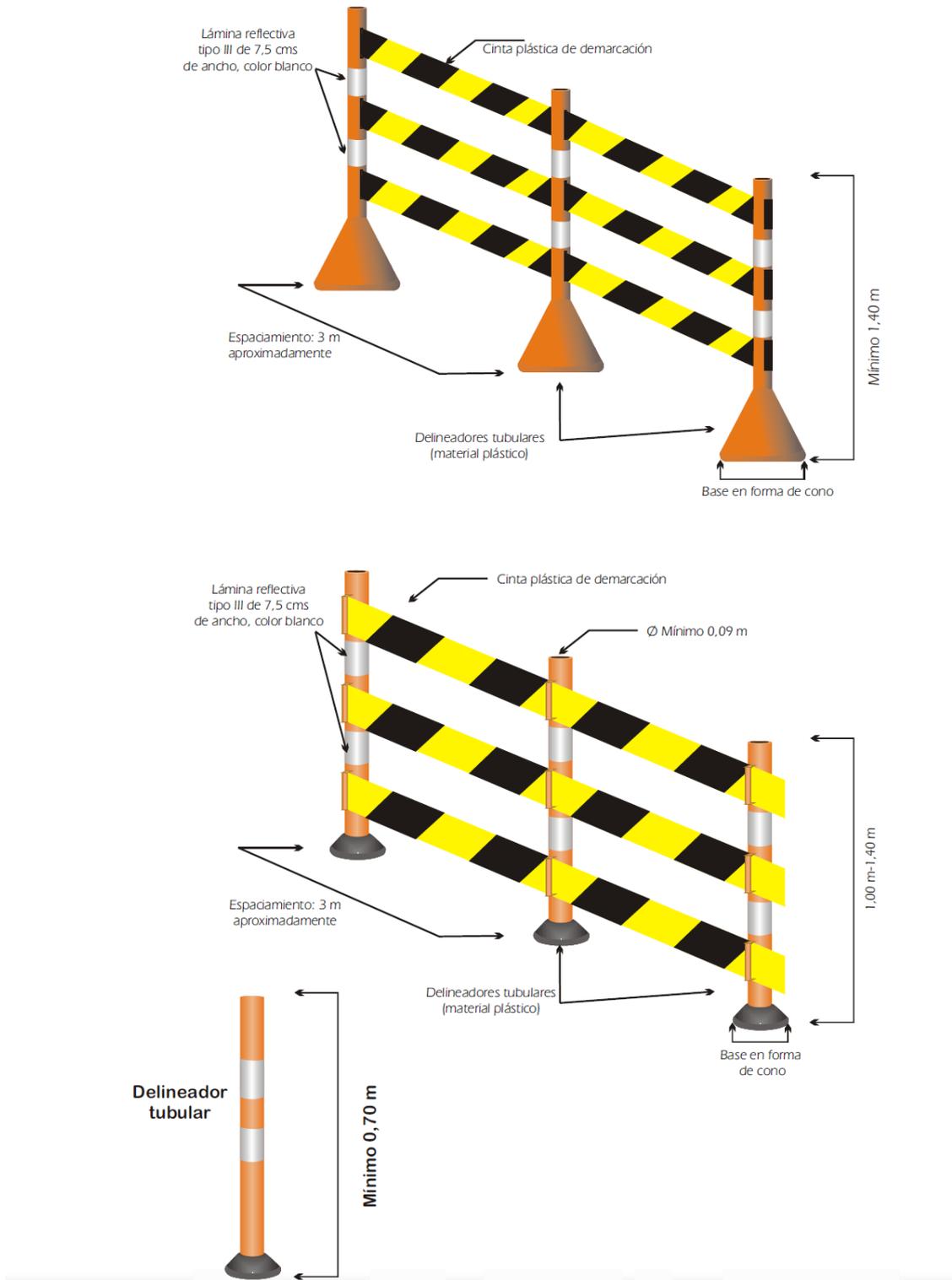


FIGURA 111.3 DELINEADORES TUBULARES

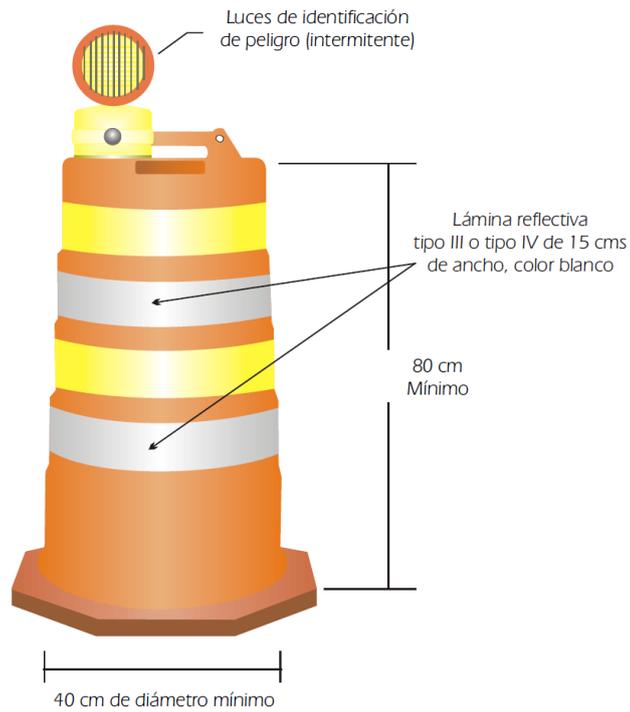


FIGURA 111.4 CILINDROS PLÁSTICOS

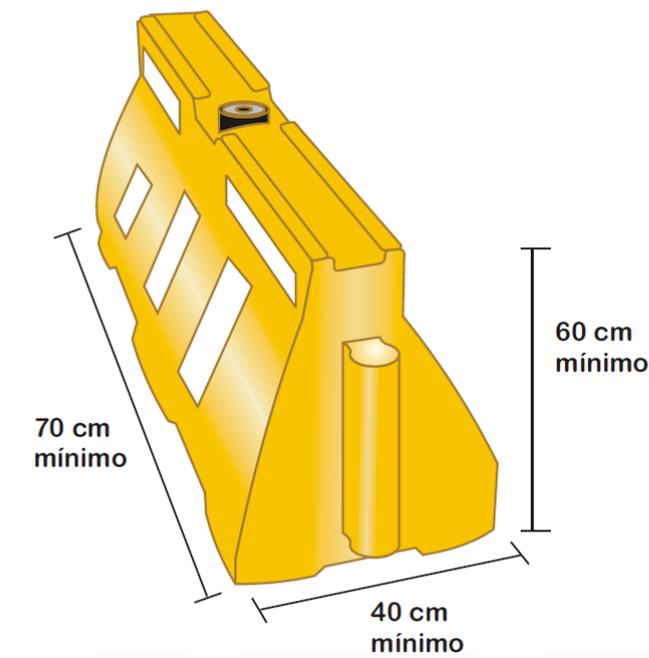


FIGURA 111.5 BARRERAS PLÁSTICAS FLEXIBLES

111.02.4 (f) Tabiques, cintas plásticas y mallas.

Estos elementos tienen por objeto cercar el perímetro de una obra e impedir el paso de tierra o residuos hacia las zonas adyacentes al área de trabajo. Las mallas y cintas plásticas se fijan a tabiques de madera o tubos galvanizados de 2 pulgadas de diámetro de 1,40 a 1,60 m de altura libre, que se hincan en forma continua sobre el terreno distanciados cada 3 m, aproximadamente. Los tabiques también podrán estar sostenidos sobre bases de concreto. Ver figura 111.6.

Deberán ser colocados de tal forma que no afecten la visibilidad de los vehículos en las intersecciones. Los tabiques o tubos estarán pintados, exteriormente, con franjas alternas de color blanco y naranja elaboradas en lámina reflectiva Tipo I, de 10 cm de ancho e inclinadas a 45° de arriba hacia abajo, indicando el sentido del flujo vehicular cuando su cara externa está de vista a la calzada. Para mayor seguridad, durante la noche podrán acompañarse de dispositivos luminosos intermitentes.

Estos elementos se usarán también para la canalización de personas sobre aceras y senderos peatonales, indicando el corredor previsto para la circulación, con un ancho acorde a su demanda y bajo condiciones prevalecientes de seguridad y comodidad.

Se utilizarán como mínimo dos hiladas de cinta, con una separación entre sí de 50 cm, de colores naranja y blanco, alternados. También podrán usarse cintas de colores negro y amarillo o amarillo y blanco.

Las mallas y cintas no se utilizarán en señalización de cierres parciales o totales de calzada; tampoco en casos de excavaciones que representen un peligro potencial para los peatones. La cinta reflectiva podrá usarse como ayuda y no como un dispositivo de señalización.

111.02.4 (g) Reja portátil peatonal

Son dispositivos de canalización peatonal, utilizados durante la ejecución de obras de corta duración, tales como cajas, pozos, aceras, etc. Deberán colocarse alrededor del área de trabajo, con el fin de proteger a los peatones y trabajadores; es indispensable acompañarlos con dispositivos de luz intermitente en horas nocturnas. Las características de la reja portátil. Ver figura 111.7.

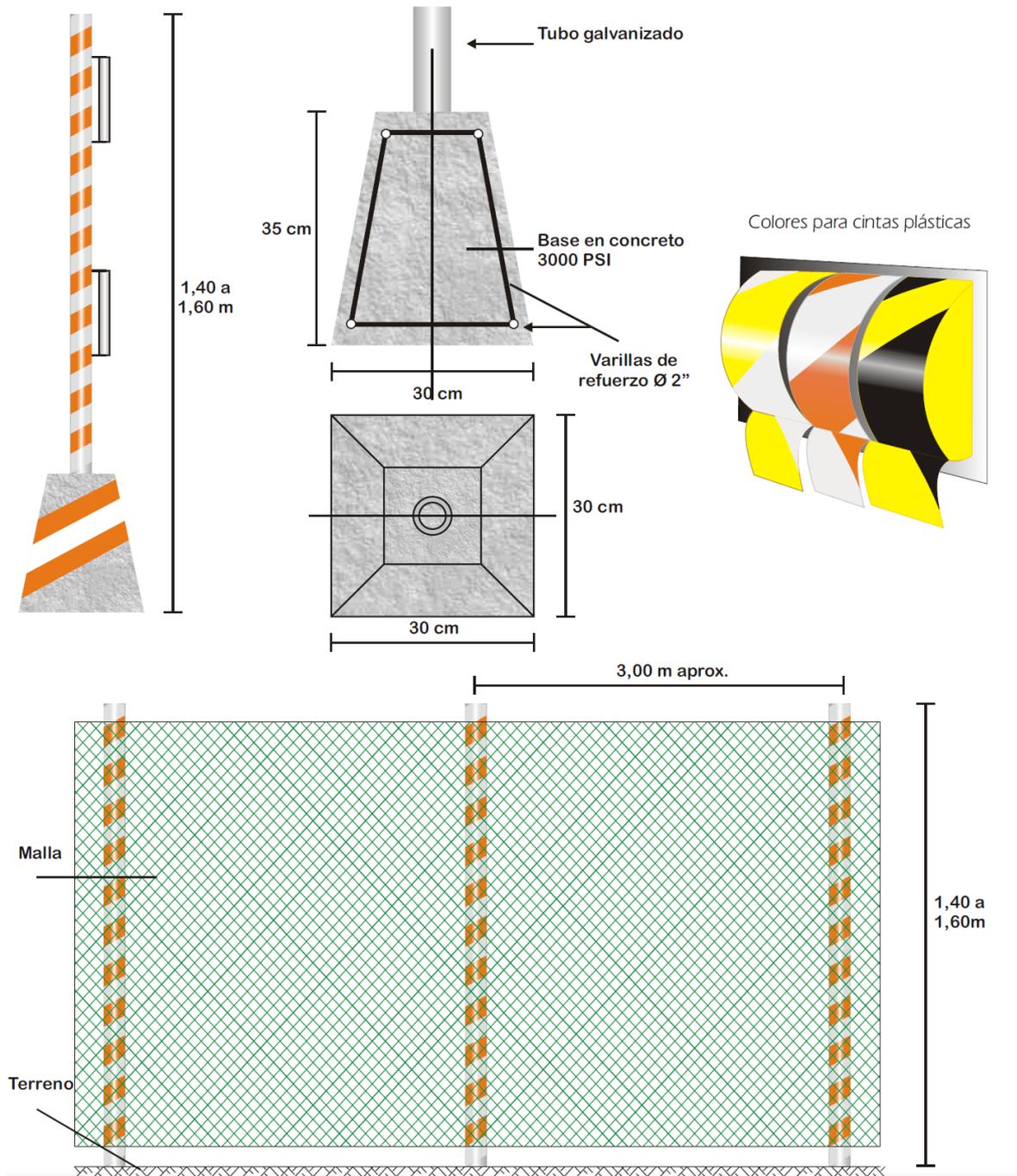


FIGURA 111.6 TABIQUES, CINTAS PLÁSTICAS Y MALLAS

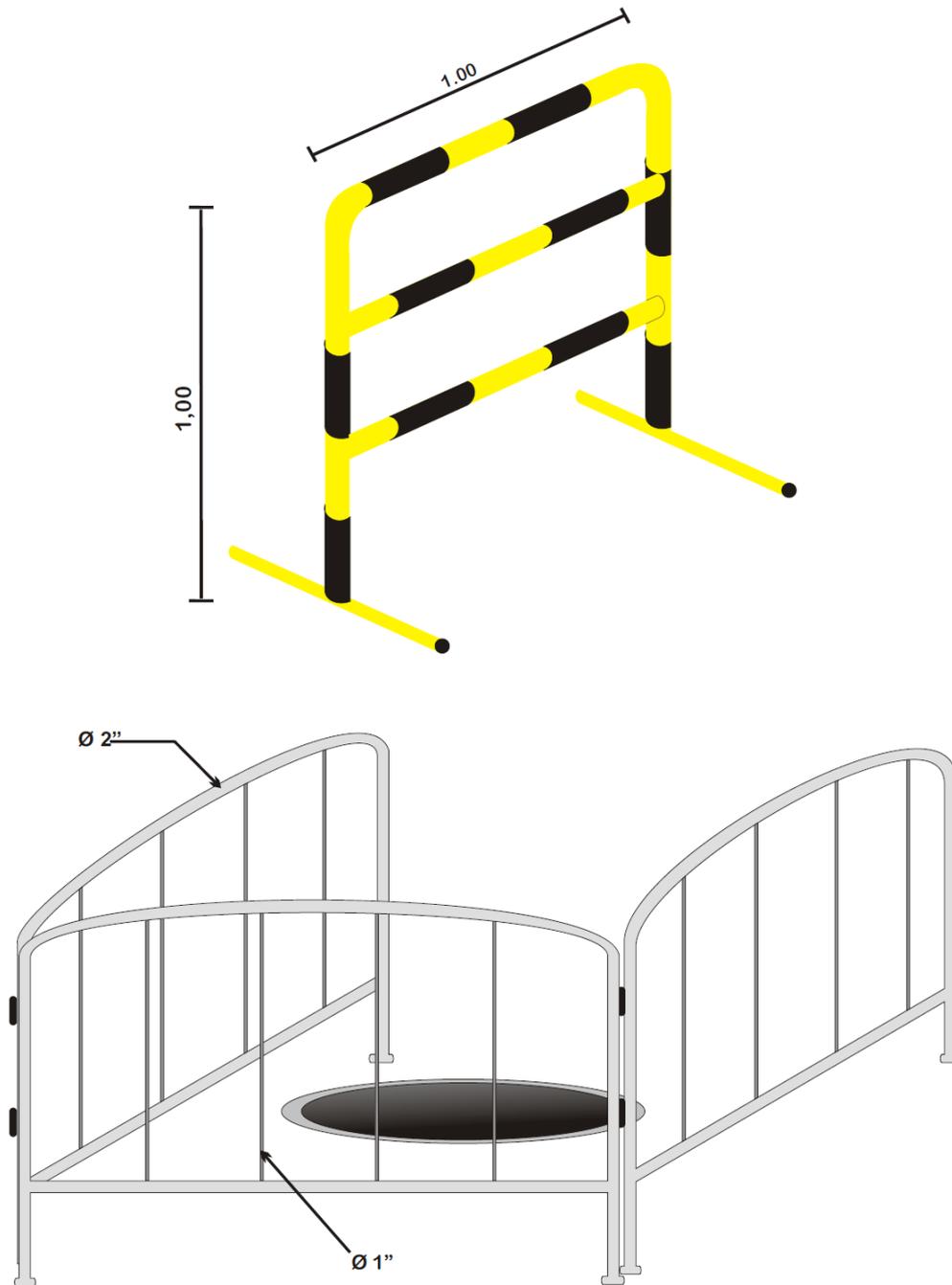


FIGURA 111.7 REJA PORTÁTIL PEATONAL

111.03 DISPOSITIVOS LUMINOSOS

El desarrollo de obras genera con frecuencia condiciones peligrosas en horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas, por lo tanto, es necesario complementar las señales verticales y los elementos de canalización con dispositivos luminosos, tales como reflectores, luces permanentes y luces intermitentes o de destello.

111.03.01 REFLECTORES

En la ejecución de obras los reflectores tienen una limitada pero muy importante función, especialmente cuando se utilizan bandereros para regular el tránsito de vehículos. Con el fin de dar la mayor seguridad posible es aconsejable agregar a las medidas de prevención un reflector hacia el sector en donde está ubicado el banderero. Se deberá tener cuidado de iluminar correctamente el área deseada sin producir deslumbramiento a los conductores. La correcta posición de los reflectores puede determinarse mejor haciendo el recorrido y observando el área iluminada desde ambos lados de la vía.

Debido al alto volumen de tránsito en ciudades, las obras en las vías o en las zonas aledañas a éstas deberán hacerse preferentemente durante la noche, cuando es menor el flujo de vehículos. Una correcta iluminación, con reflectores en el lugar de trabajo, es indispensable para que los trabajadores puedan ver mejor el trabajo que estén realizando y para que sean vistos por los conductores.

111.03.2 LUCES DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO (LUCES INTERMITENTES)

Las luces de identificación de peligro son del tipo intermitente con luz amarilla, con una lente mínima de 20 cm de diámetro. Serán utilizadas en puntos de peligro como un medio de llamar la atención de los conductores. La activación de las luces intermitentes se hará en horas nocturnas. En el día se usarán cuando las condiciones climáticas lo exijan. Podrán operarse por unidades o en grupos.

Durante obras de mantenimiento diurnas, las funciones de las luces intermitentes se suplen adecuadamente por medio del equipo de iluminación de los vehículos de mantenimiento, bien sea por las luces de emergencia intermitentes, lámparas de techo rotativas o ambas. No obstante, donde las actividades diurnas de mantenimiento requieran que la obstrucción permanezca en la calzada en horas de la noche, las luces intermitentes se pueden instalar en el punto de peligro. Ver figura 111.4.

111.03.3 LÁMPARAS DE ENCENDIDO ELÉCTRICO CONTINUO

Están constituidas por una serie de lámparas amarillas, de pocos vatios de potencia, que se usan para indicar obstrucciones o peligro. Son generalmente menos efectivas que las luces intermitentes; sin embargo, cuando se necesiten luces para delinear la calzada a través de obstrucciones o alrededor de ellas, en una obra, la delimitación se logrará mediante el uso de este tipo de lámparas.

Cuando se ubican en línea sobre barreras son efectivas para indicar el paso correcto del vehículo a través de áreas de construcción por etapas, que requieran el cambio de movimiento del tránsito.

111.03.4 LUCES DE ADVERTENCIA EN BARRICADAS

Son luces portátiles con lentes dirigidos de color amarillo, que constituyen una unidad de iluminación. Se pueden usar como luces continuas o intermitentes. Las luces de advertencias en barreras deberán estar en concordancia con los requerimientos señalados en la tabla 111.2.

Las luces de advertencia intermitentes de baja intensidad Tipo A se instalan comúnmente sobre dispositivos de canalización como barricadas, cilindros, etc. o en señales preventivas y su propósito es advertir a los conductores el cruce por una zona peligrosa.

Las luces de advertencia intermitentes Tipo B, de alta intensidad, se instalan normalmente en dispositivos de prevención o en soportes independientes. Cuando existen condiciones extremadamente peligrosas dentro del área de trabajo, es necesario poner las luces sobre barricadas o cilindros. Estas luces son necesarias durante el día y la noche por lo que deben utilizarse las 24 horas del día.

Las luces de encendido eléctrico continuo de Tipo C, se usarán para delinear el borde de la calzada en curvas de desvío, cambios de carril, cierre de carriles y en otras condiciones similares.

TABLA 111.2 LONGITUD TIPOS DE LUCES DE ADVERTENCIA EN BARRICADAS

	TIPO A	TIPO B	TIPO C
	BAJA INTENSIDAD	ALTA INTENSIDAD	LUZ PERMANENTE
Caras de lentes	1 ó 2	1	1 ó 2
Intermitencias por minuto	55 a 75	55 a 75	Constante
Duración de la intermitencia	10%	8%	Constante
Intensidad mínima efectiva	40 candelas	35 candelas	
Potencia mínima del rayo			2 candelas (*)
Horas de operación	Del atardecer al amanecer	24 horas del día	Del atardecer al amanecer

(*) Candela: Unidad de intensidad de iluminación.

El poco peso y la versatilidad de las luces de advertencia son ventajas que hacen que estos dispositivos sean de gran uso como suplemento a la reflectorización de los dispositivos de advertencia de peligros. Las luces intermitentes son efectivas para llamar la atención del conductor y, por lo tanto, otorgar un excelente medio para identificar el peligro. Estas luces no se usarán para delineación, ya que una serie de varias luces tiende a dificultar la visión al paso de los vehículos.

111.03.5 SEÑALES DE MENSAJE LUMINOSO

Estos dispositivos están conformados por paneles de unidades luminosas individuales, que en su conjunto producen mensajes. Dichos mensajes pueden ser textos, flechas o símbolos que pueden ser variables en el tiempo. Las luces que en su conjunto forman el mensaje pueden ser fijas o intermitentes. Ver figuras 111.8 Y 111.9.

Este tipo de dispositivos se mantendrán en unidades portátiles, permitiéndose su ubicación en sitios estratégicos, para mantener bien informado al usuario.

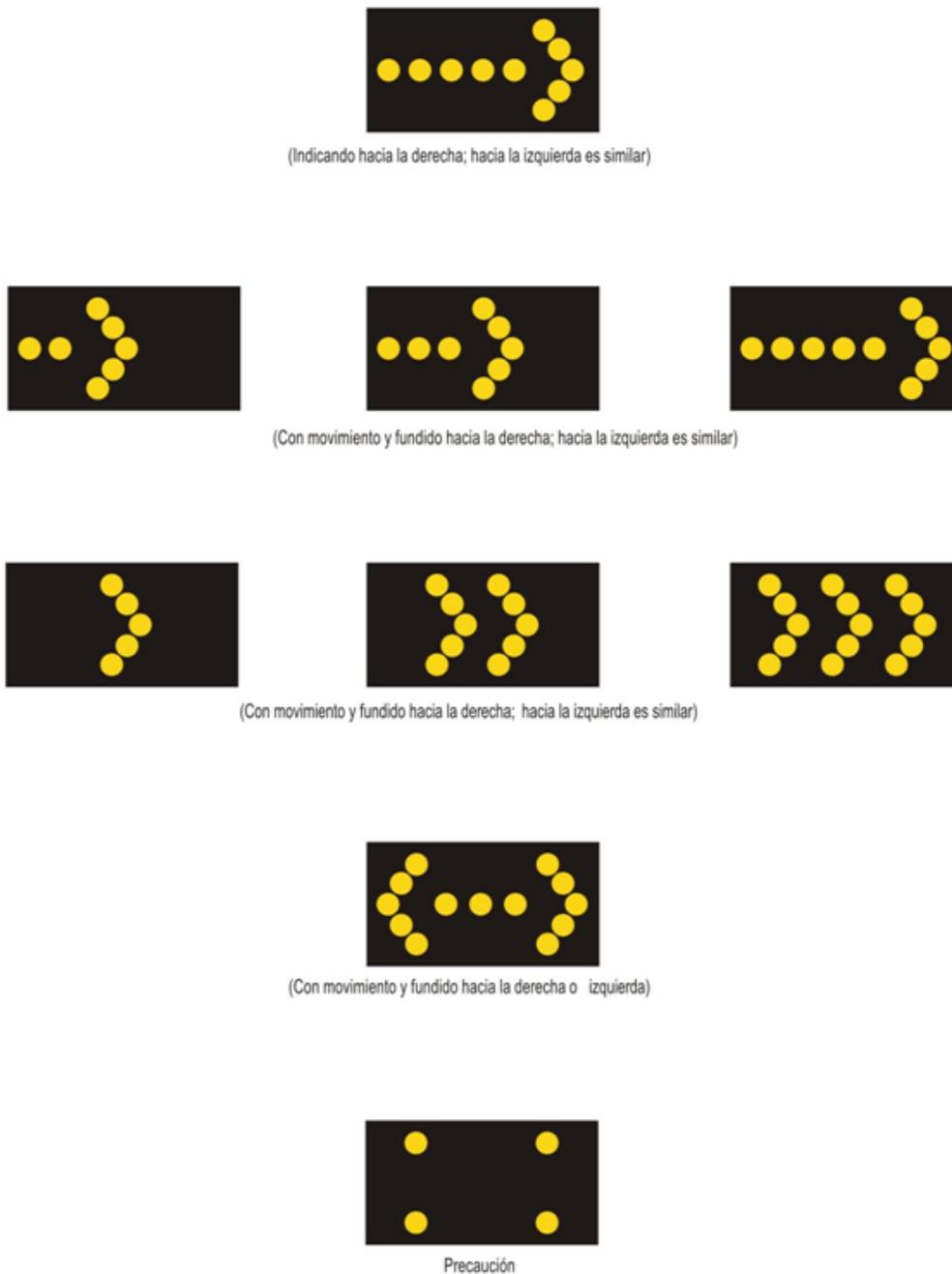


FIGURA 111.8 FLECHAS DIRECCIONALES LUMINOSAS

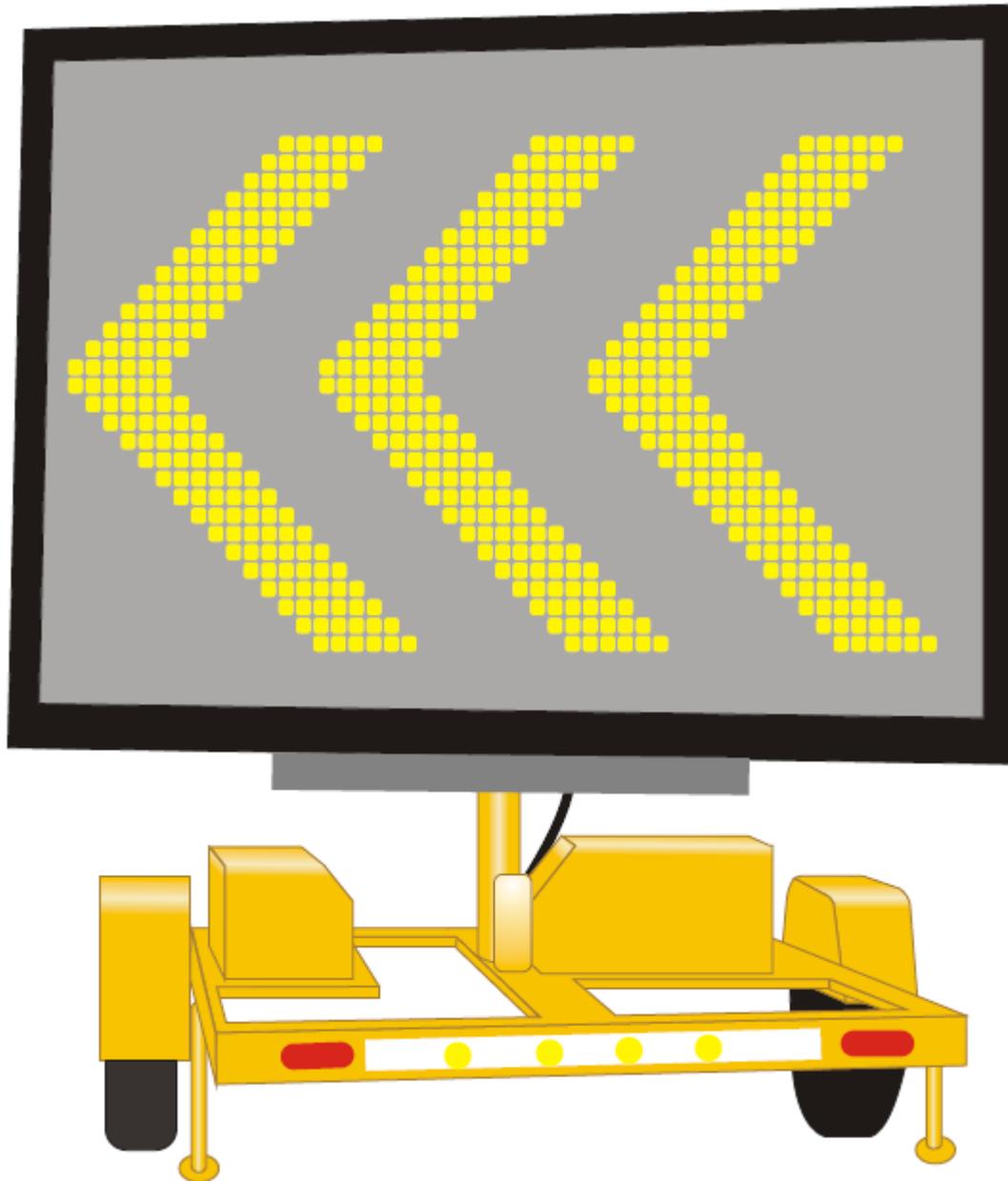


FIGURA 111.9 SEÑALES DE MENSAJE LUMINOSO

111.04 DISPOSITIVOS MANUALES

Cuando las circunstancias en una obra generan que se habilite un solo carril para el tránsito en dos sentidos, a través de una distancia limitada, se tomarán las precauciones necesarias para que el paso de los vehículos sea alternado. Dicha situación puede presentarse en un tramo corto, de bajo volumen de vehículos y de buena visibilidad, que permita que la circulación se pueda autorregular.

Sin embargo, en tramos de cierta longitud, deberá regularse la circulación con una coordinación correcta para evitar que se produzcan accidentes y excesivos retrasos.

Los controles de cada extremo del tramo deben determinarse en forma tal que permitan la fácil circulación de filas opuestas de vehículos. La regulación del tránsito alternado se realizará a través de los siguientes medios:

- Semáforos.
- Regulación mediante banderero.
- Uso de vehículo piloto.

Los semáforos se usarán en forma preferente para regular la circulación de los vehículos en los tramos con un solo carril en uso. Deberán emplearse en los tramos donde por su extensión, condiciones de la vía u otro motivo, no exista contacto visual de los extremos del sector. Su empleo incluirá las intersecciones de una calle o carretera con vías de trabajo temporal, por donde cruce maquinaria pesada. Estos semáforos deben cumplir con las normas y especificaciones generales contenidas en el Capítulo 114 de esta Guía.

Las operaciones en zonas con un solo carril en uso, requieren de un intervalo “rojo” de duración suficiente para el despeje del tramo, de forma tal que los vehículos puedan salir del área a la velocidad promedio estimada para el sector. No obstante lo anterior, se requiere de la comunicación oportuna de bandereros, que deben actuar en funciones de control, coordinación y operación del semáforo.

Cuando la longitud del sector con un solo carril en uso es inferior a 150 m y permite buena visibilidad entre los extremos de circulación, podrá ser controlada por medio de bandereros situados en los extremos de cada tramo. Uno de los dos debe ser designado como banderero principal, con la misión de coordinar los movimientos y será responsable de la operación general. Deben comunicarse entre ellos, tanto de día como de noche, usando elementos de radio comunicación o telefonía que aseguren una suficiente operación y eviten las interferencias.

Cuando no hay visibilidad entre los extremos opuestos o la distancia supera los 150 m, se usarán semáforos y bandereros. Estos últimos con la función de regular el tránsito vehicular en la zona de trabajos.

Con el fin de que el banderero conozca cuándo permitir el tránsito por el acceso que controla, empleará algunos de los siguientes sistemas:

- Identificar por medio de la placa de la matrícula o describir el último vehículo al banderero del otro extremo.
- Entregar al conductor del último vehículo que entra al tramo una bandera roja u otro dispositivo, con la instrucción de hacer entrega al banderero ubicado en el otro extremo.

Vehículo piloto (carro guía). Es particularmente efectivo cuando la vía es peligrosa o tiene condiciones que impiden colocar o mantener la señalización adecuada. Se usa para guiar el paso de una fila de vehículos a través de la zona de trabajo o por su alrededor. Su operación deberá ser coordinada por un banderero. El vehículo que se emplee como piloto debe ser liviano, fácil de manejar y estar identificado como “vehículo guía o vehículo piloto”.

111.04.1 BANDERAS Y PALETAS

Las banderas son franjas de tela de color rojo, de 60 x 60 cm, sujetas a un asta de 100 cm de longitud. Son dispositivos que se usan comúnmente en las horas del día para efectos de regulación del tránsito en vías afectadas por la ejecución de obras.

Las paletas son elementos fabricados en madera, plástico u otros materiales semirrígidos livianos, que tienen la misma forma y características de la señal R-01 Pare y que contiene los mensajes de "PARE" por una cara y de "SIGA" o "LENTO" en la otra cara. El tamaño mínimo de la paleta corresponderá a la inscripción de un octágono dentro de un círculo mínimo de 45 cm de diámetro.

El fondo de la cara de "PARE", será de color rojo con letras y bordes blancos y el fondo de la cara "SIGA" será de color verde con letras y bordes blancos, todos ellos fabricados en lámina reflectiva Tipo I. El soporte de la paleta tendrá como mínimo 1,20 m de longitud y será de color blanco.

Es necesario escoger personal capacitado para las funciones de banderero, ya que son los responsables de la seguridad de conductores y empleados y tienen el mayor contacto con el público. Por tales razones un banderero deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Buenas condiciones físicas, incluidas visión, audición y estatura.
- Tener buenos modales.
- Buena presentación personal.
- Sentido de responsabilidad, particularmente para la prevención de riesgos de accidentes al público y trabajadores.
- Conocer las normas básicas de tránsito.

La indumentaria del banderero constará de:

- Un casco de color naranja con franjas horizontales de 10 cm de largo por 5 cm de ancho, fabricadas en lámina reflectiva Tipo III, de color blanco en el frente y rojo en la parte posterior.
- Chaleco color naranja con un mínimo de dos franjas (horizontales, verticales u oblicuas), de 5 cm cada una, en cinta reflectiva que cumpla con los coeficientes de retrorreflección especificados en la norma técnica vigente para la lámina reflectiva Tipo I. Las franjas serán en color blanco, rojo o amarillo.
- Cuando las condiciones climáticas lo requieran, el banderero usará un impermeable de color amarillo, con una franja blanca en cinta reflectiva de 15 cm de ancho, colocada horizontalmente en el tercio superior, a la altura del tórax.

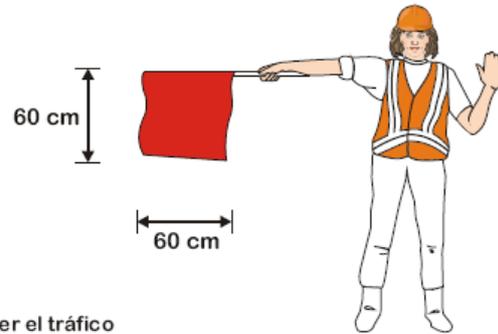
El banderero deberá estar visible para los conductores que se acercan, desde una distancia suficiente que permita una respuesta oportuna en el cumplimiento de las instrucciones que se impartan. Esta distancia está relacionada con las velocidades de aproximación. Ver figura 111.10.

Cuando se utilicen banderas se seguirán las siguientes instrucciones para dar las señales a los conductores (Ver figura 111.10):

- a) Detención del tránsito: El banderero estará de frente al tránsito y extenderá la bandera horizontalmente a través del canal de tránsito en una posición estacionaria, de tal forma que toda la bandera sea visible. Para dar un énfasis mayor la mano libre se puede levantar con la palma de frente al tránsito que se aproxima.

- b) Circulación del tránsito: El banderero estará parado en dirección paralela al movimiento de tránsito, y con la bandera y el brazo debajo de la línea visual del conductor, indicará a los conductores que prosigan, moviendo su mano libre. No se usarán las banderas para indicar al tránsito que prosiga.
- c) Aproximación lenta: El banderero estará parado de frente al tránsito y moverá la bandera despacio, en un movimiento hacia arriba y hacia abajo sin levantar el brazo sobre la posición horizontal.

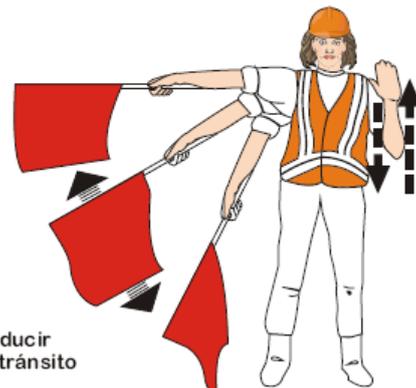
Siempre que sea posible, el banderero le indicará a los conductores la razón de la demora y el período aproximado de tiempo de detención del tránsito. Es necesario hacer entender a los bandereros y operadores de equipo que debe concederse el derecho de paso al público y evitar demoras excesivas.



Para detener el tráfico



Para que el tráfico prosiga



Para alertar y reducir la velocidad del tránsito

FIGURA 111.10 USO DE BANDERAS Y PALETAS

111.04.2 LINTERNAS

Durante la noche o cuando las condiciones de visibilidad disminuyan, es necesario que los bandereros dispongan de dispositivos luminosos que hagan visibles sus mensajes a los conductores. Para tal efecto se usarán linternas que emitan un haz luminoso de color rojo, las cuales deberán ser de forma alargada para facilitar las indicaciones manuales de los operadores. El diseño de las linternas deberá ser similar al mostrado en la figura 111.11.



FIGURA 111.11 LINTERNAS

111.05 ELEMENTOS PARA AUMENTAR LA VISIBILIDAD DE TRABAJADORES Y VEHÍCULOS QUE REALIZAN OBRAS EN LA VÍA

En toda zona de trabajos es necesario que el accionar de los trabajadores y vehículos de la obra sea percibido por los conductores con anticipación, especialmente en la noche y en períodos de visibilidad reducida. Esto exige la utilización de elementos luminosos o que retrorreflejen la luz proyectada por los focos de los vehículos y que garanticen un alto grado de contraste con el entorno.

En este acápite se detallan los estándares mínimos requeridos para los materiales de alta visibilidad que se deben usar en la indumentaria de todo el personal y vehículos presentes en la obra.

111.05.1 VESTIMENTA DE TRABAJO DE ALTA VISIBILIDAD

La vestimenta de trabajo de alta visibilidad está destinada a destacar visualmente la presencia de un trabajador, con el fin de que éste, en cualquier circunstancia, sea oportunamente percibido.

Dicha vestimenta está compuesta por una parte fluorescente, o fondo, y otra de material retrorreflectivo (Ver figura 111.12). La porción fluorescente de la prenda tiene la función de destacarla durante el día, cuando existe baja luminosidad y los vehículos pueden llevar sus focos apagados, como ocurre al amanecer, al atardecer, cuando llueve o nieva. La parte retrorreflectiva destaca la prenda cuando los vehículos llevan sus focos encendidos durante la noche y otros períodos de oscuridad.

111.05.2 CLASIFICACIÓN

Según el grado de visibilidad que otorga y el área que cubre, la vestimenta de trabajo que debe utilizar el personal que labora o permanece en la obra se clasifica en:

- a. **Clase I:** Corresponde a las vestimentas que se pueden utilizar en:
 - zonas de trabajos donde el entorno no sea complejo; esto es, que la visibilidad de la persona no se encuentre comprometida por otros elementos;
 - donde exista una separación amplia entre el lugar donde se realizan los trabajos y el tránsito vehicular, o haya segregación física continua entre ellos;
 - donde la velocidad máxima permitida en la zona de trabajos no supere los 40 km/h, por ejemplo, trabajos en la acera.
- b. **Clase II:** Esta clase de vestimenta se debe utilizar en:
 - situaciones en las cuales el entorno de la zona de trabajos sea complejo, como ocurre en regiones de clima lluvioso o con frecuente neblina;
 - sectores de trabajos donde la velocidad máxima permitida sea superior a 40 km/h e inferior a 80 km/h;
 - en trabajos que tengan lugar en o muy cerca del tránsito vehicular y no exista segregación física continua entre ellos.
- c. **Clase III:** Esta vestimenta se debe utilizar en:
 - zonas de trabajos con velocidades máximas permitidas superiores a 80 km/h;
 - donde los vehículos que operan en la obra sean de tal dimensión y peso que constituyan un riesgo para el resto de los trabajadores de la obra;
 - labores de control de tránsito en la obra, vale decir por los Bandereros.

Según su clase, la indumentaria de alta visibilidad debe tener incorporadas a la prenda las superficies mínimas de material de fondo y retrorreflectivo que se indican en la tabla 111.3. Alternativamente, se puede optar, en vestimentas Clase I, por la superficie exigida de material combinado, entendiéndose éste como aquel que es fluorescente y retrorreflectante a la vez.

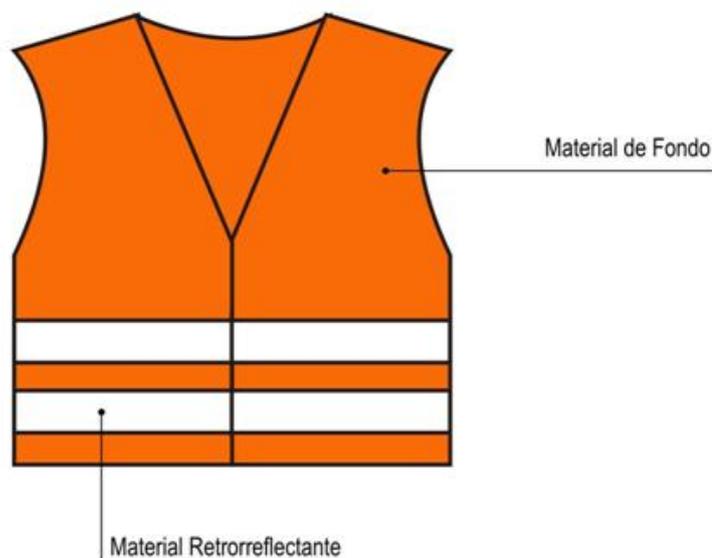


FIGURA 111.12 DEFINICIÓN BÁSICA DE LOS COMPONENTES DE LA VESTIMENTA DE TRABAJO

TABLA 111.3 SUPERFICIES MÍNIMAS DE CADA MATERIAL VISIBLE (EN m²)

MATERIAL	CLASE III	CLASE II	CLASE I
De fondo	0,80	0,50	0,14
Retroreflectivo	0,20	0,13	0,10
Combinado			0,20

Estas superficies mínimas deben estar distribuidas uniformemente en la prenda.

111.05.3 CARACTERÍSTICAS

111.05.3 (a) Color

Se han definido sólo tres colores de fondo para la vestimenta: verde limón, naranja y rojo. Los tres confieren, durante el día, visibilidad en la mayor parte de los ambientes rurales y urbanos. Sin embargo, se debe tener en cuenta el entorno específico en el que se desarrolla la obra para determinar la protección requerida y así seleccionar el color que proporcione el mejor contraste con el medio. Por ejemplo, en lugares con abundante vegetación el color naranja es más apropiado que el verde.

No obstante, los Bandereros deben usar siempre prendas cuyo color de fondo sea naranja. Los colores deben corresponder a los especificados en el Capítulo 103, acápite 103.05.

111.05.3 (b) Retroreflexión

Niveles más altos de retroreflexión aseguran mayor contraste y mejor visibilidad de la vestimenta de trabajo en la oscuridad, bajo las luces de un vehículo. Por lo tanto, cuando se requiera mayor visibilidad se deben utilizar materiales con mayores coeficientes de retroreflexión.

Por lo anterior, se han definido dos niveles mínimos para el material retroreflectante o combinado que se debe utilizar en la vestimenta de trabajo de alta visibilidad, los que se detallan en las tablas 111.4 y 111.5.

TABLA 111.4 VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN (CD/LUX) PARA NIVEL 1

ÁNGULO DE OBSERVACIÓN	ÁNGULO DE ILUMINACIÓN (O DE ENTRADA)			
	5°	20°	30°	40°
12'	250	220	135	50
20'	120	100	75	30
1°	25	15	12	10
1° 30'	10	7	5	4

TABLA 111.5 VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE DE RETORREFLEXIÓN (CD/LUX) PARA NIVEL 2

ÁNGULO DE OBSERVACIÓN	ÁNGULO DE ILUMINACIÓN (O DE ENTRADA)			
	5°	20°	30°	40°
12'	330	290	180	65
20'	250	200	170	60
1°	25	15	12	10
1° 30'	10	7	5	4

111.05.3 (c) Diseño

La vestimenta de trabajo de alta visibilidad incluye, entre otras prendas, arneses, pecheras, petos, chalecos, chaquetas, overoles y pantalones

111.05.3 (d) Material de fondo

Con excepción de los arneses, pecheras y petos, el material de fondo debe rodear horizontal y totalmente el torso, las mangas y la parte inferior del pantalón.

111.05.3 (e) Material retrorreflectante

El material retrorreflectante se debe disponer en bandas de ancho no menor a 50 mm, excepto para los arneses, en los que no será menor que 30 mm.

a. Chaquetas, chalecos, pecheras y petos

Estas prendas deben presentar alguna de las siguientes configuraciones de material retrorreflectante:

1. Configuración 1

- dos bandas horizontales de material retrorreflectante alrededor del torso, espaciadas como mínimo 50 mm una de otra;
- dos bandas verticales del mismo material, que unan la parte frontal (pecho) y posterior (espalda) de la banda horizontal superior, pasando por encima de cada hombro y cruzándose en la espalda.

La parte baja de la banda horizontal inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

2. Configuración 2

- una banda horizontal de material retrorreflectante alrededor del torso;
- dos bandas del mismo material, que unan la parte frontal (pecho) y posterior (espalda) de la banda horizontal, pasando por encima de cada hombro y cruzándose en la espalda.

La parte baja de la banda horizontal no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

3. Configuración 3

- dos bandas horizontales de material retrorreflectante alrededor del torso, espaciadas como mínimo 50 mm.

La parte baja de la banda horizontal inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

Las pecheras y petos deben ser confeccionados de forma tal que una persona de la talla para la que están diseñados, pueda usarlos con aberturas laterales no mayores a 50 mm medidas horizontalmente.

b. Overol y chaquetas de manga larga

Estas prendas deben considerar:

- dos bandas de material retrorreflectante en las mangas, situadas a la misma altura y alineadas con las del torso;
- que la banda superior debe rodear la parte superior de las mangas, entre el codo y el hombro;
- que la parte baja de la banda inferior no deberá estar a menos de 50 mm del borde inferior de la manga.

c. Overol y pantalones con o sin pechera

Esta vestimenta debe considerar:

- dos bandas de material retrorreflectante espaciadas 50 mm como mínimo, rodeando horizontalmente cada pierna;
- que la parte alta de la banda superior debe estar a menos de 350 mm del borde inferior del pantalón;
- que la parte baja de la banda inferior debe estar a más de 50 mm del borde inferior del pantalón;
- que cuando se trate de pantalón con pechera, ésta debe tener una banda de material retrorreflectante alrededor del torso.

d. Arneses

Estas prendas deben considerar:

- una banda retrorreflectante o de material combinado rodeando la cintura;
- dos bandas retrorreflectante o de material combinado uniendo la banda de la cintura desde atrás (la espalda) al frente pasando sobre los hombros;
- que el ancho de las bandas debe ser superior a 30 mm.

e. Sistema de cierre

Este no debe tener aberturas horizontales mayores a 50 mm.

111.05.4 UNIFORME DEL BANDERERO

Los trabajadores que desempeñen labores de Banderero deben usar vestimenta Clase III, con materiales retrorreflectantes al menos iguales al Nivel 2, más las siguientes prendas:

- Casco de color naranja, con una franja horizontal retrorreflectante roja en la parte trasera y blanca en la parte delantera. Estas franjas serán de 10 cm de largo por 5 cm de ancho.
- Capa impermeable de color naranja, la que se utiliza en caso de lluvia o cuando las condiciones climáticas lo requieran. Ésta debe llevar una franja retrorreflectante blanca, de 15 cm de ancho, colocada horizontalmente en el tercio superior a la altura del tórax.

En las figuras 111.13 y 111.14 se presentan ejemplos típicos de vestimentas de trabajo de alta visibilidad.

111.05.5 ELEMENTOS RETRORREFLECTANTES PARA VEHÍCULOS

En este punto se abordan los elementos retrorreflectantes con que deben contar todos los vehículos, livianos y pesados, que participen en los trabajos. Con esto se busca asegurar que en toda condición, incluso cuando dichos vehículos no hacen uso de sus luces, sean percibidos oportunamente por los usuarios de la vía y por otros vehículos que participan en la obra.

111.05.5 (a) Forma y color

Los elementos retrorreflectantes utilizados en los vehículos de obras son cintas de color rojo y blanco alternadas, de las dimensiones indicadas en la tabla 111.6 a continuación.

TABLA 111.6 DIMENSIONES DE CINTAS REFLECTIVAS EN LOS VEHÍCULOS

CINTA	LARGO RETRORREFLECTANTE	ANCHO MÍNIMO RETRORREFLECTANTE
Color Blanco	280 mm ± 20 mm	50 mm
Color Rojo	180 mm ± 20 mm	

111.05.5 (b) Ubicación

Las cintas se ubican en la parte posterior y en los costados de los vehículos, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Parte Posterior

La cinta retrorreflectiva de colores rojo y blanco alternados se debe ubicar en forma horizontal a todo lo ancho del vehículo, a una altura sobre el suelo de 1,25 m, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 111.15. Cuando por las características del vehículo ello no sea posible, se debe ubicar a una altura lo más cercana posible a la indicada.

En los vértices superiores traseros de la carrocería, se deben ubicar dos pares de cintas retrorreflectivas de color blanco, de 300 mm. de largo y 50 mm. de ancho mínimo cada una, formando un ángulo recto cuando sea posible para indicar la forma del vehículo, como lo muestra la Figura 111.15.

2. Costados

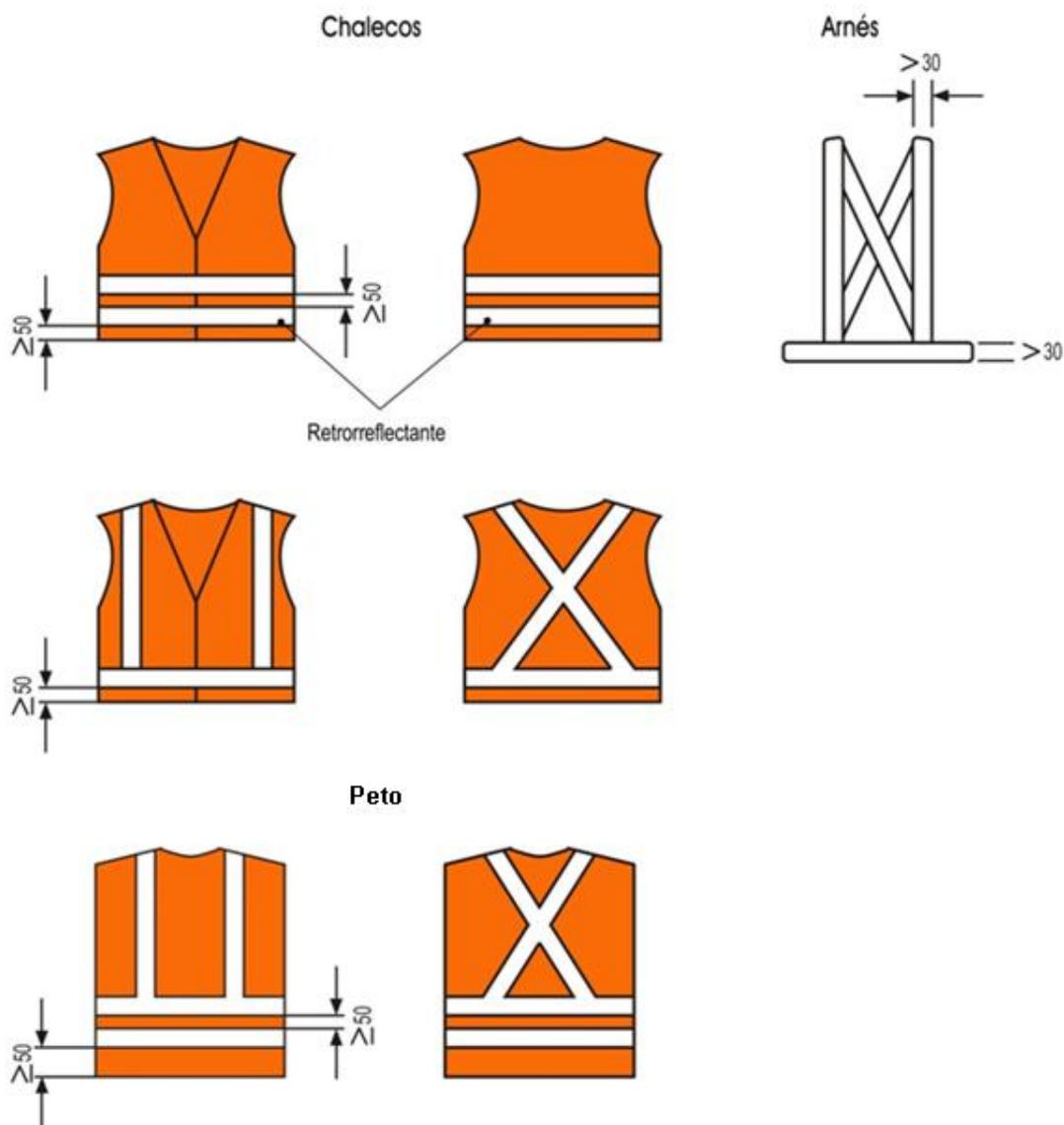
A cada costado del vehículo se deben ubicar cintas retrorreflectantes de color rojo y blanco alternado, cubriendo al menos la mitad de cada costado. Estas cintas deben originarse en los extremos delanteros y posteriores del vehículo, y se deben distribuir lo más equitativamente posible, como lo muestra la Figura 111.15. Su altura sobre el suelo debe ser lo más cercana posible a 1,25 m.

111.05.5 (c) Retroreflexión

Las referidas cintas retro reflectantes deben cumplir con lo detallado en la tabla 111.7 a continuación.

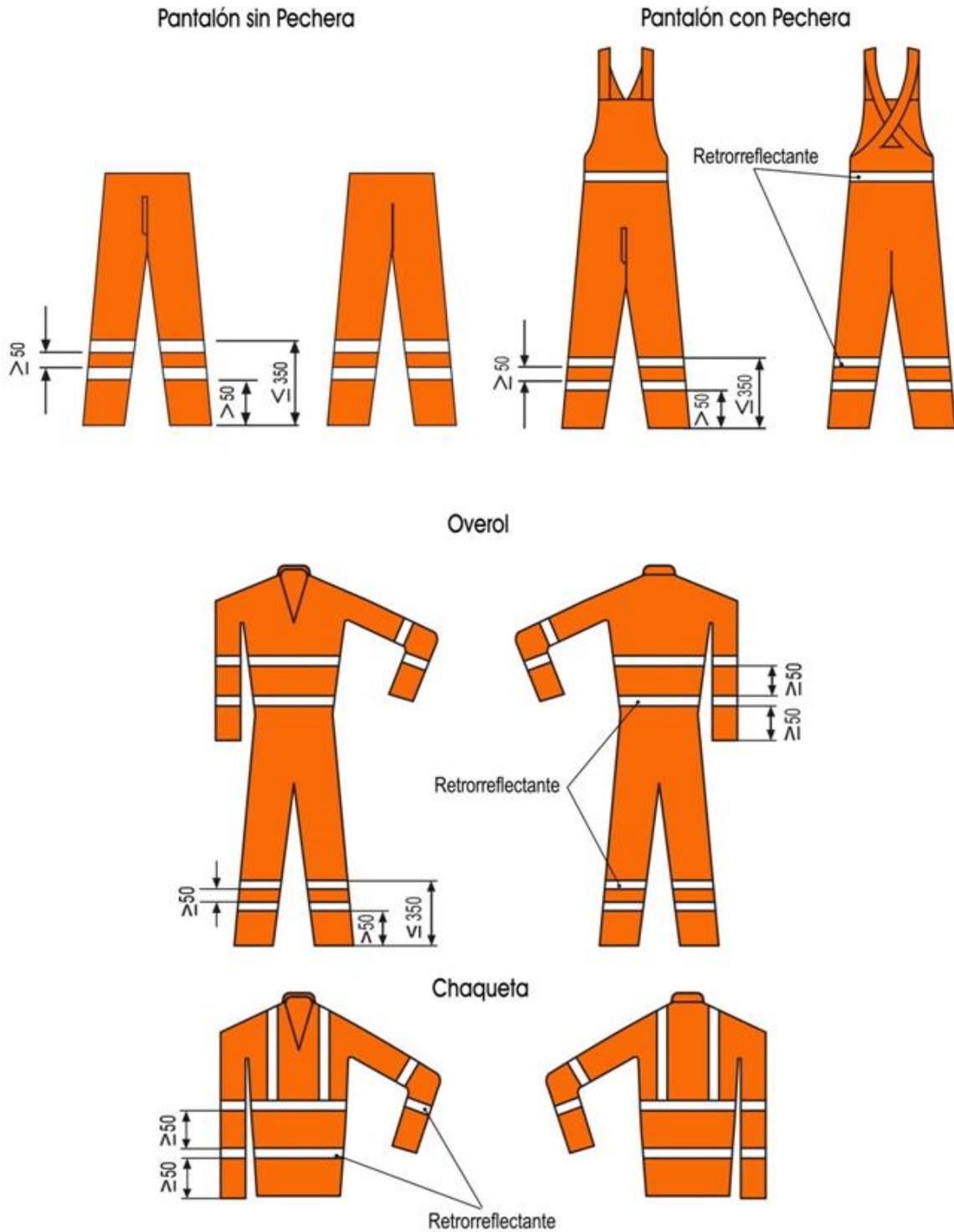
TABLA 111.7 NIVELES MÍNIMOS DE RETORREFLEXIÓN

ÁNGULO DE ENTRADA	ÁNGULO DE OBSERVACIÓN			
	0,2°		0,5°	
	BLANCO	ROJO	BLANCO	ROJO
-4°	250	60	65	15
30°	250	60	65	15
45°	60	15	15	4



Cotas en milímetros

FIGURA 111.13 EJEMPLOS DE VESTIMENTAS



Cotas en milímetros

FIGURA 111.14 EJEMPLOS DE VESTIMENTAS

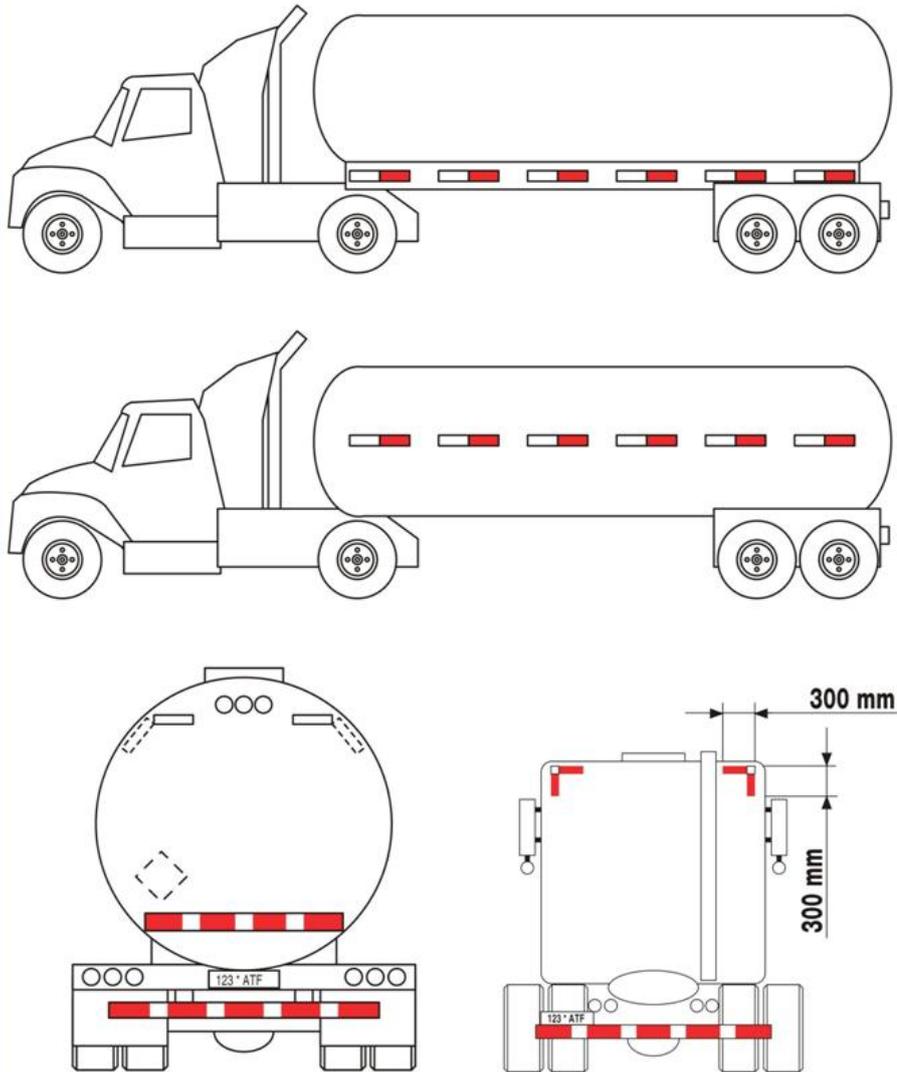


FIGURA 11.15 UBICACIÓN DE CINTAS RETRORREFLECTANTES

111.06 REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN VÍAS MULTICARRIL

Debido a que las carreteras multicarril son vías de alta velocidad y elevados volúmenes de tránsito, es necesario darles consideración especial para regular el tránsito en forma segura y eficiente y para brindar una protección adecuada en las zonas donde se realicen trabajos. Los procedimientos para la regulación del tránsito se harán con suficiente antelación al punto crítico, para que las confluencias se efectúen con la menor fricción posible. Las mismas consideraciones básicas se aplican en este caso.

Las señales colocadas en vías multicarril, deberán colocarse en los sitios donde sean observadas por todos los conductores que se aproximan a la zona de trabajo, especialmente en los accesos a la vía anteriores a la obra. Generalmente será necesario colocar una serie completa de señales de

prevención en ambos lados de la calzada, para el cierre de carriles u otras restricciones de flujo de tránsito que se puedan encontrar.

El tránsito en autopista a través de las áreas de trabajo y alrededor de ellas, requiere el uso de barreras bien colocadas y dispositivos de canalización para establecer transiciones en el cierre de carriles y otras situaciones donde el tránsito tenga que desviarse, las cuales deberán ser suficientemente largas para darle oportunidad al conductor de adaptar su velocidad o cambiar de carril con comodidad.

Estos dispositivos deberán ser visibles tanto de día como de noche, y será necesario utilizar iluminación, además del uso de dispositivos reflectivos.

Los dispositivos de iluminación son esenciales en las carreteras multicarril para procurar la seguridad en el flujo del tránsito. Deberá considerarse el uso de luces intermitentes y la iluminación de toda el área de trabajo durante las horas de la noche.

111.07 PLANES DE MANEJO DE TRÁNSITO

111.07.1 OBJETIVO GENERAL

Mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollan en las vías públicas o en las zonas aledañas a éstas, con el propósito de brindar un ambiente seguro, limpio, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, bajo el cumplimiento de las normas establecidas para la regulación del tránsito.

111.07.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Procurar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores.
- Evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehiculares y peatonales.
- Ofrecer a los usuarios una señalización clara y de fácil interpretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura.
- Implementar rutas alternativas con elementos de control y operación del tránsito, para permitir al transporte público y particular la optimización de distancias y tiempos de recorrido de acuerdo con los desvíos requeridos para la ejecución de las obras.
- Prestar atención continua a la seguridad en las vías dentro del área de influencia de la obra en ejecución.

111.07.3 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Las estrategias para el manejo temporal del tránsito en zonas donde se desarrollan obras civiles deben apoyarse en los siguientes principios fundamentales:

- La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito debe ser un objetivo integral y de alta prioridad de todo proyecto.
- La circulación vial deberá ser restringida u obstruida lo menos posible.
- Los conductores y los peatones deben ser guiados de manera clara mediante dispositivos mientras se aproximan y atraviesan la zona de las obras.
- Con el propósito de asegurar niveles de operación aceptables, se deben realizar inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito.
- Debido al incremento potencial de riesgos durante la regulación temporal del tránsito, la seguridad en la zona debe tener constante atención.

- Para la toma de decisiones de trabajo, cada persona cuyas acciones afectan el control temporal del tránsito, debe recibir entrenamiento adecuado, desde el nivel superior del personal administrativo hasta el personal de campo.
- La regulación del tránsito a través de las áreas de trabajo es una parte esencial en la ejecución de obras.

Es importante considerar la difusión de los trabajos por desarrollar, con el propósito de que se tenga un conocimiento por parte de los usuarios de las vías y los habitantes de la zona.

111.07.4 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO EN ZONA DE INFLUENCIA DE OBRAS

El desarrollo del plan de manejo del tránsito en la zona de influencia de las obras, comprende las etapas siguientes:

1. Conocimiento de las características de las obras.
2. Identificación de las características generales de la zona de influencia de la obra.
3. Toma de información básica requerida para elaborar el plan de manejo del tránsito.
4. Diseño del plan de manejo del tránsito.
5. Puesta en marcha del plan de manejo del tránsito.
6. Supervisión del plan de manejo del tránsito.

La Figura 111.16 ilustra un diagrama de flujo sobre las etapas que comprende la metodología para la elaboración del plan de manejo del tránsito en las obras civiles sobre las infraestructuras viales urbanas.

111.07.4 (a) Conocimiento de las características de las obras

El impacto al tránsito vehicular y peatonal en la zona de influencia está directamente relacionado con las características de la obra. El ingeniero de tránsito debe conocer los aspectos más relevantes de la obra para elaborar el plan de manejo del tránsito, pues el desconocimiento del proyecto puede dejar de lado aspectos que afectan significativamente el comportamiento del flujo vehicular y peatonal en la zona de influencia.

Para elaborar el plan de manejo del tránsito en la zona de influencia, se considera de fundamental importancia conocer los siguientes aspectos de las obras:

- El tipo de obra.
- Los equipos y maquinarias que serán utilizados.
- Procesos de instalación, manejo y retiro de los equipos y maquinarias.
- Duración y etapas de ejecución de las obras.
- Forma operativa recomendable (por ejemplo, durante las noches, fines de semana, etc.).
- Aspectos adicionales del lugar de las obras, tales como: estado del pavimento, estado del drenaje superficial, ubicación y condiciones de puentes vehiculares y peatonales en la zona de influencia.
- Manejo de escombros.

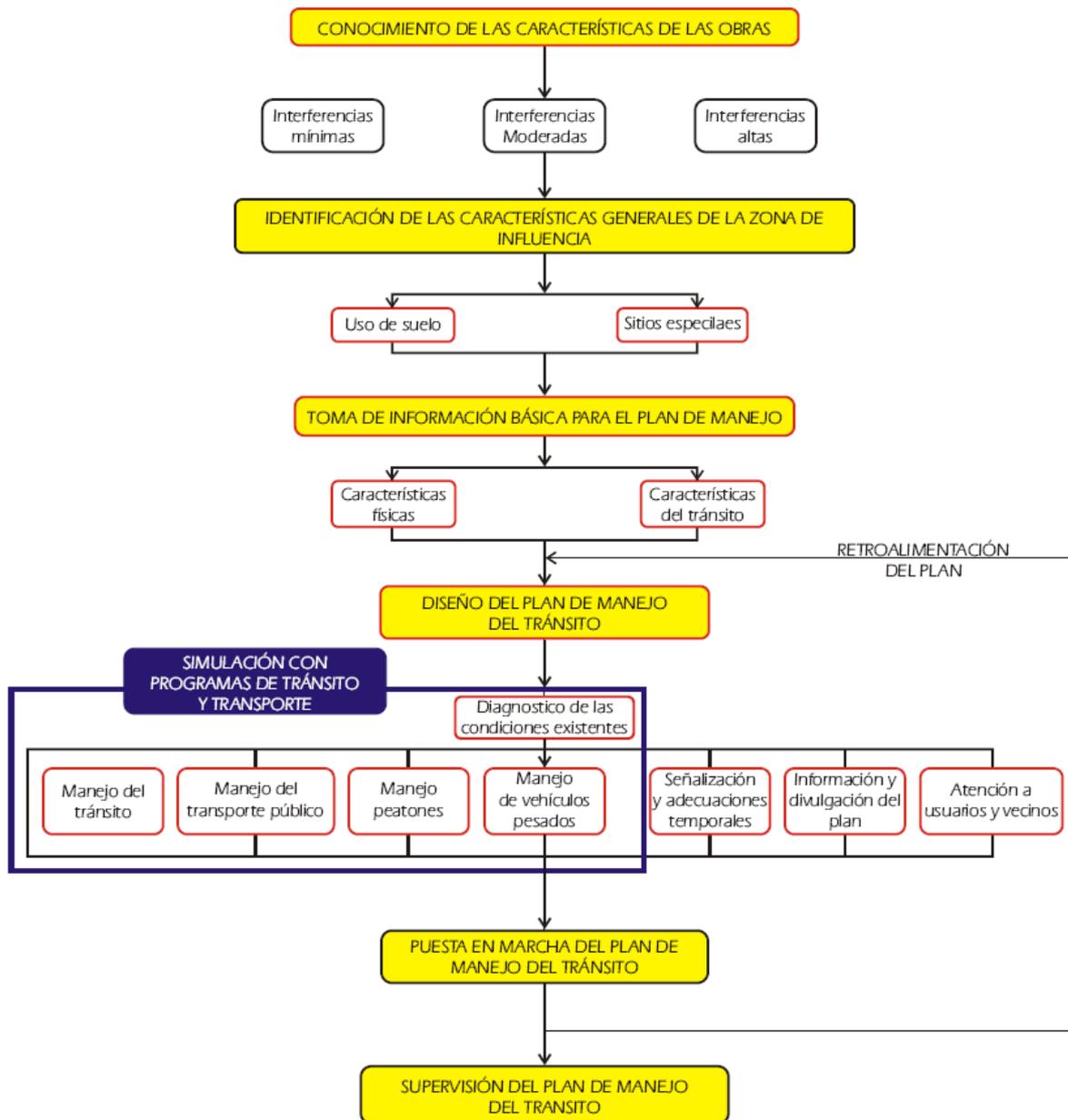


FIGURA 111.16 ETAPAS PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO

111.07.4 (b) Identificación de las características generales en la zona de influencia de la obra

El área de influencia de una obra dependerá de la magnitud de la misma, del tipo de vía y del grado de interferencia que se cause sobre ésta. Se debe entender que el área de influencia de las obras para el plan de manejo del tránsito se identificará con la ubicación del primer elemento que permite informar y orientar a los usuarios de las vías intervenidas.

Identificado el tipo de obra y clasificada según las interferencias (mínimas, moderadas y altas) se puede definir el área de influencia que debe comprender el plan de manejo del tránsito, así:

- a) **Obras de interferencia mínima:** Comprende la zona adjunta a la obra, es decir, los espacios de circulación afectados. Dado que normalmente se intervienen espacios de circulación

peatonal o de bajos volúmenes vehiculares, el plan de manejo deberá cubrir una distancia de aproximación en zona urbana hasta de 100 metros alrededor de la obra (o una cuadra alrededor de la obra) y de 500 m en carreteras.

- b) **Obras de interferencia moderada:** Este tipo de obras comprende la zona adjunta y una zona de influencia indirecta, dado que tendrá tránsito vehicular y peatonal junto a las obras y por las restricciones de espacio utilizará vías alternas para los desvíos. La zona de influencia para la elaboración de los planes de manejo del tránsito comprende el área de las obras y el área que cubren las vías alternas que serán utilizadas para los desvíos del tránsito. Considerando la estructura de la malla vial de una ciudad se recomienda que para este tipo de obras el plan de manejo de tránsito debe cubrir un área alrededor de las obras de por lo menos un kilómetro en carreteras y de 500 metros en áreas urbanas (cinco cuadras alrededor o hasta donde se encuentren las vías colectoras o principales de los desvíos alternos).
- c) **Obras de interferencia alta o de gran impacto:** Dado que este tipo de obras normalmente implica cierres para el tránsito vehicular y/o peatonal, se considera que el área de influencia del plan de manejo del tránsito comprende distancias superiores a las indicadas en los puntos anteriores.

Una vez definida la zona de influencia de la obra para el plan de manejo del tránsito se deben identificar características referentes al uso del suelo y la ubicación de sitios especiales.

111.07.4 (c) Toma de información básica requerida para elaborar el plan de manejo de tránsito

Para elaborar el plan de manejo del tránsito se tendrán en cuenta las condiciones del tránsito vehicular y peatonal que prevalecen en la zona de influencia de las obras, especialmente en lo relacionado con las características físicas y de movilización.

La cantidad y detalle de los datos físicos y de tránsito que se tomen depende, en parte, de la información disponible y de la magnitud de las interferencias previstas (mínimas, moderadas y altas). Para casos de obras con interferencias altas donde se requiera análisis detallados de los impactos y estimación de indicadores de operación, la toma de datos estará directamente relacionada con las herramientas y modelos de apoyo que se utilicen para evaluar el plan de manejo del tránsito.

Como ejercicio mínimo el profesional que elabora los planes de manejo de tránsito deberá revisar la información existente en estudios y proyectos y en especial para la zona de influencia de las obras.

111.07.4 (d) Diseño del plan de manejo del tránsito

Para el diseño del plan del manejo del tránsito en la zona de influencia de las obras se deberá tomar en cuenta que se presentarán situaciones como las siguientes:

- Mayor congestión en la zona de influencia de la obra, generada por nuevos y mayores conflictos en el tránsito vehicular.
- Mayores riesgos de accidentes, tanto para los vecinos como para los usuarios de las vías en la zona de influencia.
- Incomodidades, especialmente para los vecinos del lugar de las obras, situación que se deriva en reclamos por parte de la comunidad.
- Reclamos de los comerciantes por problemas de cargue y descargue de mercancías y por el acceso a estacionamiento de vehículos.

- Reclamos de empresas y usuarios de transporte público por modificaciones en los recorridos de las rutas.

El diseño del plan de manejo del tránsito para las obras comprende como mínimo el desarrollo de los siguientes componentes:

- a) **Diagnóstico de las condiciones existentes:** En la red vial del área de influencia de las obras se caracterizan las condiciones prevalecientes relacionadas con el inventario físico, el tránsito vehicular, el transporte público, los movimientos peatones y los dispositivos de regulación del tránsito. Con estos elementos se procede a realizar el diagnóstico integral de las condiciones existentes en aspectos como:
- Estado general del pavimento y drenajes en las vías.
 - Estado de la señalización vertical y horizontal de las vías.
 - Funcionamiento de los dispositivos de regulación del tránsito.
 - Indicadores básicos de operación del tránsito en las vías e intersecciones (relación volumen/capacidad, velocidad media, demoras, riesgos de accidentes, etc.).
 - Restricciones por usos de suelo y sitios especiales.
 - Restricciones especiales al tránsito (programa pico y placa, ciclovías, etc.).

- b) **Manejo del tránsito vehicular:** Se deberán tomar en cuenta todos los aspectos que involucra la administración y gestión de la circulación vehicular. Se analizarán las características del proyecto y las condiciones de circulación que prevalezcan, de esta manera se podrán prever los conflictos que deberán afrontarse y definir los controles a las interferencias, que son inevitables en el desarrollo de las obras

Las alternativas de manejo del tránsito en la zona de influencia de las obras buscan controlar los impactos negativos para la circulación vehicular que puedan derivarse, especialmente por la reducción en la capacidad, disminución de la velocidad e incomodidades a vecinos y usuarios de las vías.

- c) **Manejo del transporte público en zonas urbanas:** Por la importancia que tiene el transporte público en la movilización de las personas en la ciudad, en los planes de manejo del tráfico se debe buscar la reducción en el impacto generado a este tipo de servicio. Entre las alternativas relacionadas con el transporte público y que es necesario considerar en el plan de manejo del tránsito están:
- Uso de carriles o calzadas reversibles y contra flujos para no desviar las rutas.
 - Desvíos menores de las rutas. Se controla con la distancia máxima admitida por los usuarios.
 - Reubicación de paraderos de transporte público. La canalización de peatones y la ubicación de paraderos temporales son convenientes para garantizar la seguridad de las personas.
 - Solicitud a las empresas para reprogramación de los despachos.

La información a las empresas de transporte sobre el plan de manejo del tránsito debe coordinarse con la entidad responsable de la administración del transporte. La información a los usuarios por los medios y apoyada con los conductores de los vehículos de transporte público, disminuyen las reclamaciones de los usuarios.

- d) **Manejo de peatones:** Los peatones son los más vulnerables en la vía, especialmente en la zona adjunta a las obras y en condiciones de tránsito alteradas, por lo tanto, se requiere que en los planes de manejo del tránsito se diseñen los elementos y dispositivos necesarios para

proporcionarles la seguridad y accesibilidad necesarias. Así mismo, se debe tomar en cuenta que los peatones son los más difíciles de controlar en la vía. El manejo de peatones en la zona de influencia comprende aspectos como:

- Señalización horizontal y vertical de pasos peatonales claramente establecidos.
- Ajustes en los semáforos peatonales o habilitación de fases especiales para los peatones.
- Implementación de cruces y senderos peatonales temporalmente debidamente señalizados.

En casos de opciones de manejo del tránsito que involucran carriles o calzadas reversibles, o contra flujos, el plan de manejo de peatones incluye canalizaciones, señalización e información abundante a los usuarios, dado que la experiencia muestra altos índices de accidentalidad para estas situaciones.

- e) **Manejo de vehículos pesados:** El suministro de los materiales para la obra y el transporte de escombros se deberá programar durante horas no pico del día y preferiblemente en horas nocturnas, con el fin de mitigar el impacto generado por la obra. Las restricciones de circulación a vehículos pesados en la zona y el tránsito de estos por los sitios de mayor conflicto, son de relevante importancia.

Igualmente deberá especificarse las condiciones para la movilización de la maquinaria de construcción, acorde con las normas del Código Nacional de Tránsito.

- f) **Señalización y adecuaciones temporales:** Es necesario relacionar los aspectos más relevantes de ubicación, diseño, especificaciones y recomendaciones para la señalización en las obras. El uso de señales improvisadas o fuera de las especificaciones no permite controles a las autoridades y puede inducir a conductas equivocadas por parte de los usuarios de las vías. Los componentes más importantes de la señalización son:

- Señalización de los desvíos.
- Señalización en la obra (zona de transición, zona de obras y de final de obras).
- Señalización de seguridad considerando las condiciones de la obra, situaciones durante la noche y en condiciones atmosféricas adversas.

El plan de manejo del tránsito puede apoyarse en adecuaciones geométricas menores, tales como intercambiadores de calzada, canalizaciones, pasos peatonales y paraderos. Las adecuaciones menores deben cumplir las especificaciones de diseño de los manuales para evitar situaciones de riesgo y maniobras conflictivas y ante todo tener la señalización suficiente para su uso adecuado.

- g) **Información y divulgación del plan:** La información y divulgación del plan de manejo del tránsito es muy importante, ya que permite que los usuarios tomen las precauciones respectivas y den el apoyo esperado. Esta deberá referirse a las condiciones del tránsito, a la obra y a la necesidad de apoyo y colaboración de la población. La información comprende tres etapas importantes:

- h)
- Durante el período de ambientación de las obras: Se refieren a mensajes informativos y de sensibilización hacia la obra y colaboración de la ciudadanía.
 - Antes de las obras: Duración y tipo de obra, desvíos y precauciones a tomar.
 - Durante las obras: Desvíos y precauciones.

La divulgación del plan de desvíos y apoyo necesario de la población puede realizarse a través de:

- Vallas informativas.
- Pasavías.

- Avisos de prensa.
- Medios de comunicación (radio y televisión).
- Volantes de información de la obra al inicio y finalización de la misma.
- Volantes de desvíos y cortes de servicios.

Para las campañas de divulgación de las obras, podrán utilizarse los medios de comunicación masiva con la debida preparación de los mensajes. Los folletos deben estar dirigidos a conductores de vehículos particulares y de servicio público y a los habitantes de la zona.

- i) **Atención a usuarios y habitantes de la zona:** El plan de manejo del tránsito debe prever las incomodidades que la obra genera a los habitantes de la zona. La entidad responsable de la obra deberá poner a disposición de la ciudadanía los medios necesarios para recibir las quejas, reclamos y sugerencias como estrategia de veeduría. El plan de manejo del tránsito deberá considerar que suele ser necesario inducir a la población al comportamiento de la situación con la obra.

111.07.4 (e) Puesta en marcha del plan de manejo del tránsito

El plan de manejo del tránsito necesita la definición de una estrategia para su puesta en marcha. Son varios los aspectos que se deberán considerar para poner en funcionamiento el plan de manejo del tránsito en las obras, destacándose los siguientes:

- a) **Disponibilidad e instalación de los elementos para el plan:** Actividad fundamental para evitar improvisaciones en campo. Se deberá dar especial atención a la transición necesaria para iniciar los desvíos del tránsito, dado que se pueden presentar situaciones de riesgo de accidentes, tanto para el tránsito vehicular o peatonal, como para personal de la obra. También se podrán generar altos grados de congestión si se improvisa en esta etapa de puesta en marcha del plan.
- b) **Coordinación de participantes en el plan:** Conviene tener definida la forma de comunicación y el programa detallado de responsabilidades y compromisos de los responsables del plan.
- c) **Previsión para ajustes en campo del plan de manejo:** Si bien el plan de manejo del tránsito debe implementarse con anticipación al inicio de las obras, este plan debe ser flexible y su evolución deberá estar prevista a través de los distintos estados progresivos de la obra, especialmente cuando ésta ha sido programada para realizarse por etapas. En caso de ajustes significativos se requiere la presencia del ingeniero de tránsito que diseñó el plan inicial.
- d) **Seguimiento:** Es fundamental hacerle un seguimiento al plan de manejo del tránsito durante las diferentes etapas de avance de la ejecución de la obra, con el fin de monitorear el tránsito vehicular y de acuerdo con ello tomar las medidas correctivas que fuesen necesarias para garantizar un eficaz funcionamiento de éste. Dichos correctivos que deberán ajustarse a los requerimientos y estado de avance de la obra y estarán relacionados con la implementación de señales o desvíos y la eliminación inmediata de aquellas señales o desvíos que ya cumplieron su función y que podrían causar confusión a los usuarios.

111.07.4 (f) Supervisión del plan de manejo de tránsito

Las autoridades de tránsito son las responsables de la revisión y aprobación de los planes de manejo del tránsito para obras que afecten la infraestructura vial.

Para la aprobación del plan de manejo del tránsito se analizará si han intervenido todos los organismos involucrados en el proyecto. Se debe entender la importancia de la interacción de quien elabora el plan con los diferentes organismos que intervengan o se vean afectados con el proyecto.

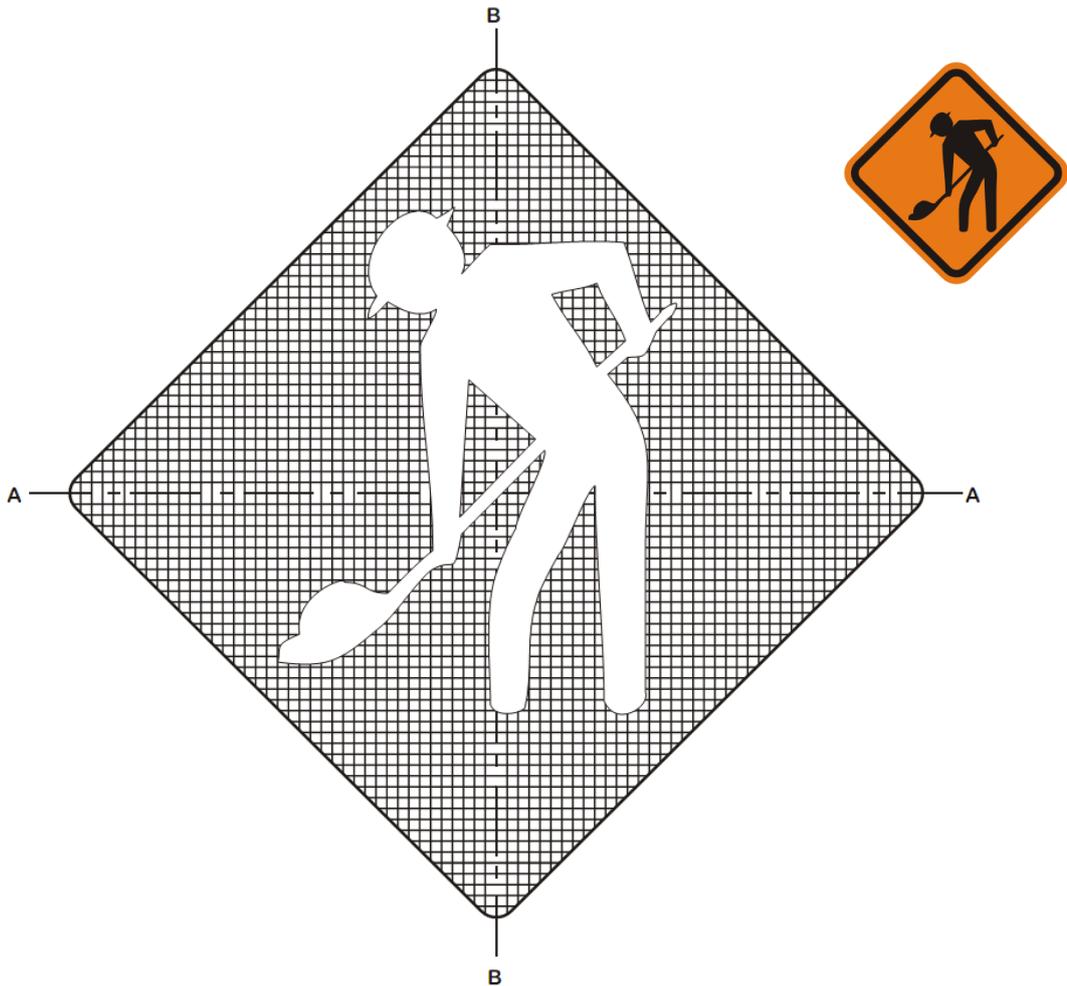
La entidad contratante dueña de la obra es la responsable por los daños físicos y estructurales que se causen a las vías alternas utilizadas como desvíos provisionales durante la ejecución de las obras.

112. DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN TRANSITORIA

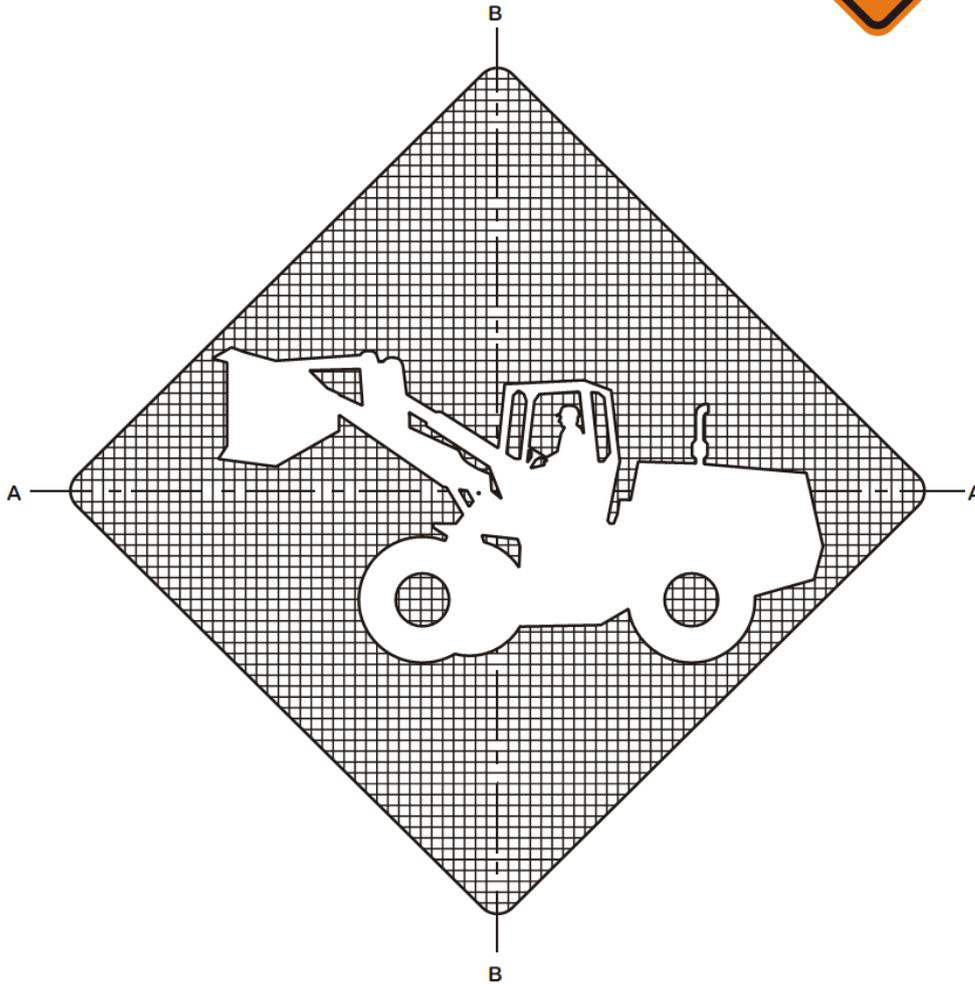


112.01 DISEÑO DE SEÑALES VERTICALES TRANSITORIAS PREVENTIVAS

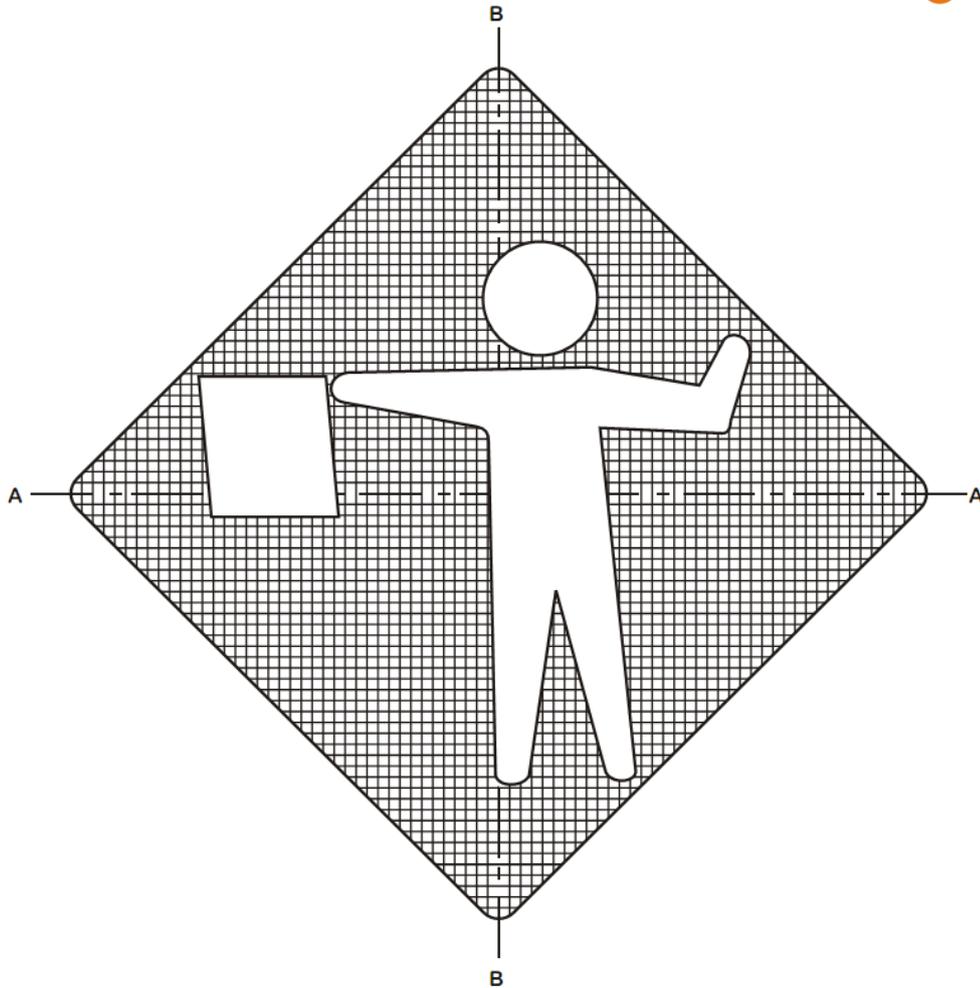
112.01.1PT-01: TRABAJOS EN LA VÍA



112.01.2 PT-02: MAQUINARIA EN LA CALZADA

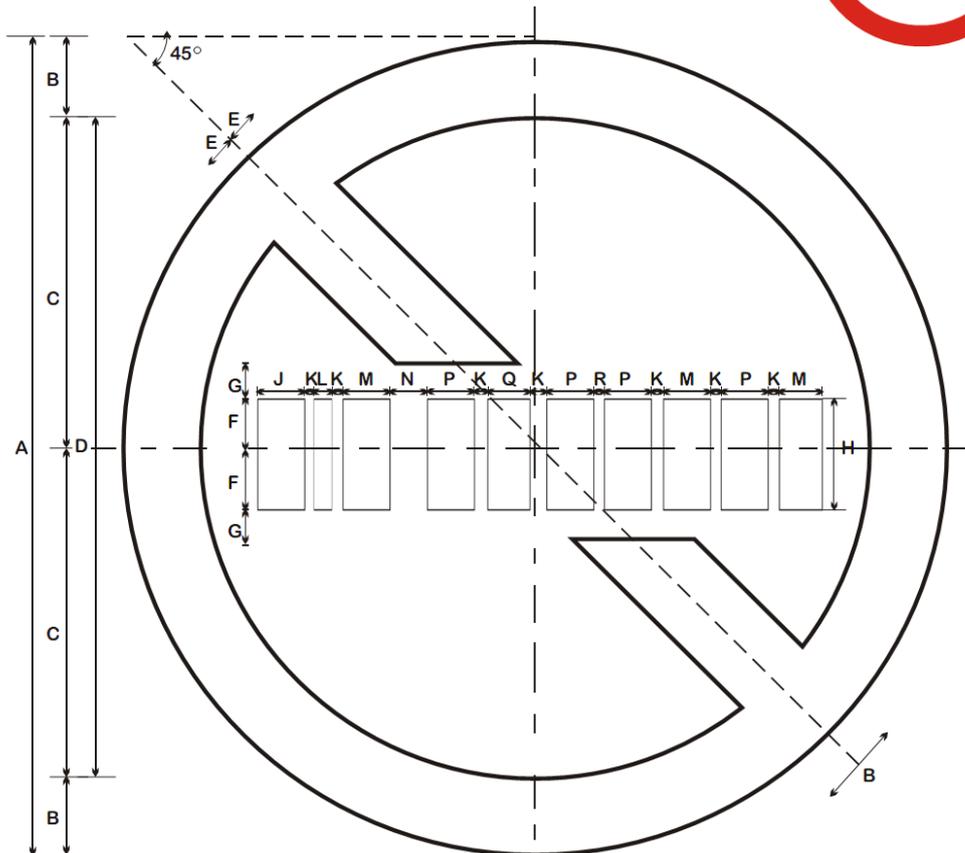


112.01.3 PT-03: BANDERERO



112.02 DISEÑO DE SEÑALES VERTICALES TRANSITORIAS REGLAMENTARIAS

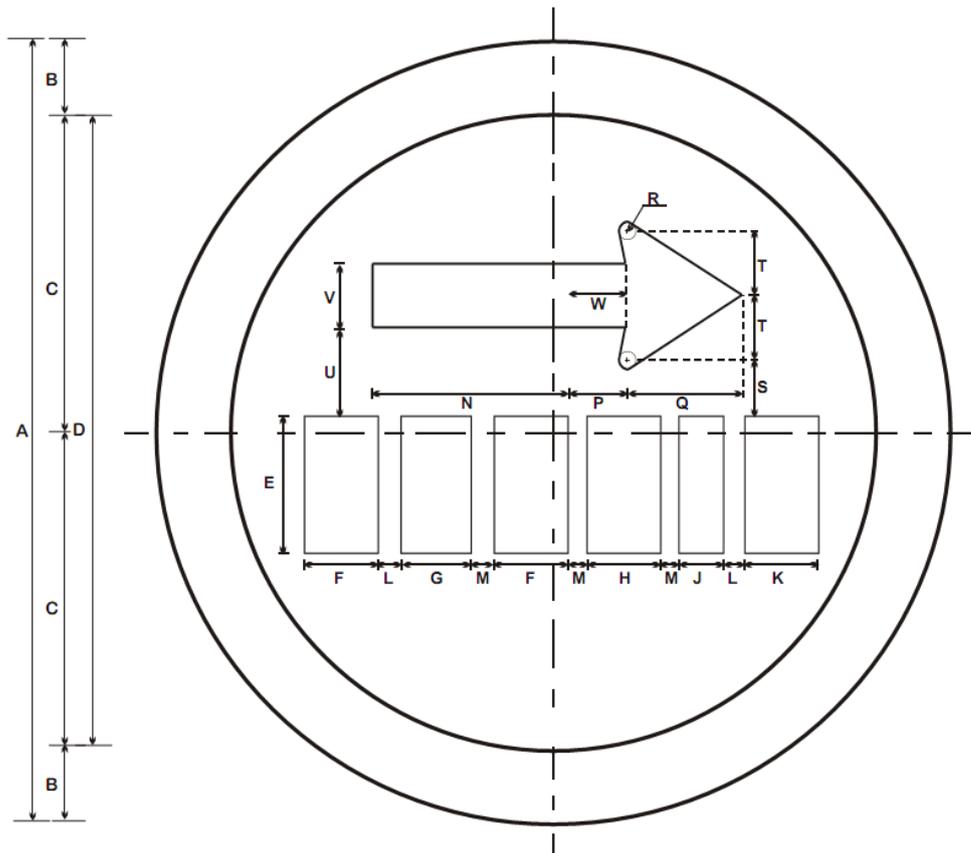
112.02.1 RT-01: VÍA CERRADA



SEÑAL	DIMENSIONES (cm)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
60,00	60,00	5,00	25,00	50,00	2,50	3,13	1,13	6,25	2,92	0,96
75,00	75,00	6,25	31,25	62,50	3,15	3,90	1,40	7,80	3,65	1,20
90,00	90,00	7,50	37,50	75,00	3,75	4,70	1,70	9,40	4,40	1,45
120,00	120,00	10,00	50,00	100,00	5,00	6,25	2,25	12,50	5,85	1,90

SEÑA L	DIMENSIONES (cm)						
	L	M	N	P	Q	R	ALFABETO
60,00	0,79	3,38	3,32	2,68	2,39	1,20	B-6,5
75,00	1,00	4,20	4,15	3,35	3,00	1,50	B-8
90,00	1,20	5,05	5,00	4,00	3,60	1,80	B-10
120,0 0	1,60	6,75	6,65	5,35	4,80	2,40	B-12,5

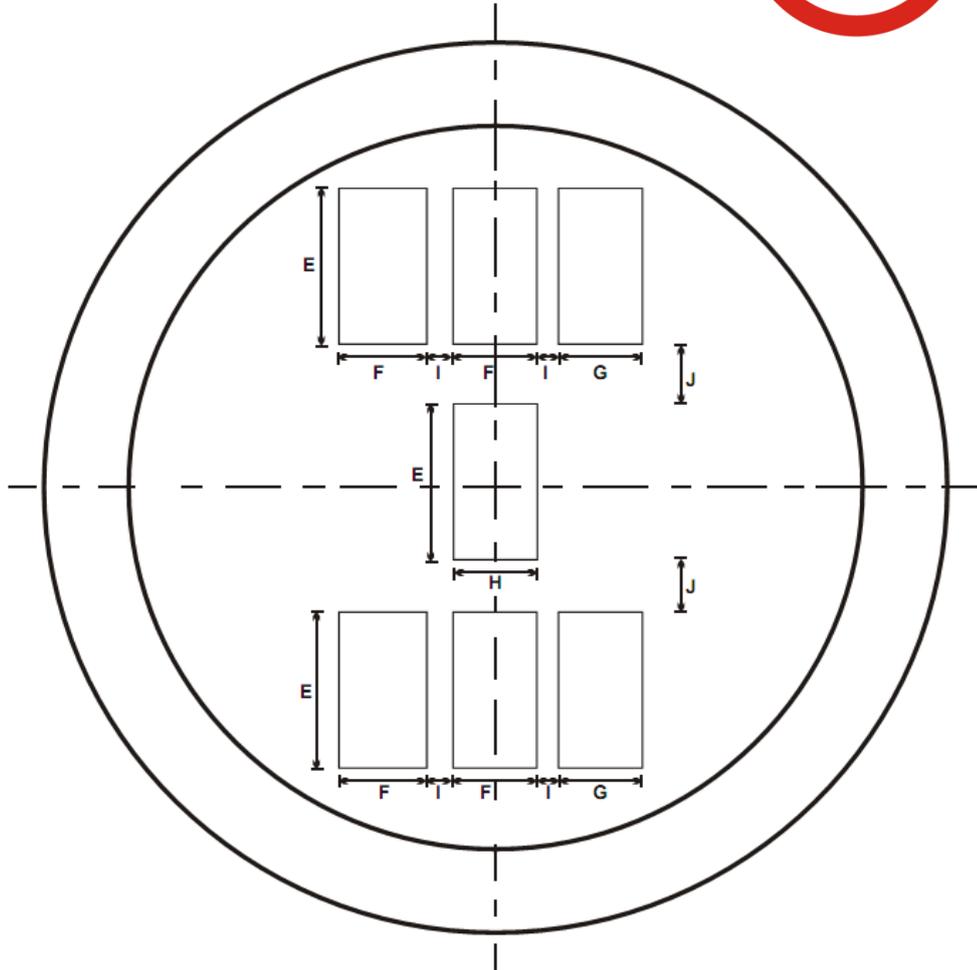
112.02.2 RT-02: DESVÍO



SEÑAL	DIMENSIONES (cm)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
60,00	60,00	5,00	25,00	50,00	10,00	5,55	5,08	6,20	1,43	5,87	2,14	1,70
75,00	75,00	6,25	31,25	62,50	12,50	6,95	6,35	7,75	1,80	7,35	2,65	2,15
90,00	90,00	7,50	37,50	75,00	15,00	8,30	7,60	9,30	2,15	8,80	3,20	2,55
120,00	120,00	10,00	50,00	100,00	20,00	11,10	10,15	12,40	2,85	11,75	4,25	3,40

SEÑAL	DIMENSIONES (cm)										ALFABETO
	N	P	Q	R	S	T	U	V	W		
60,00	15,00	4,75	10,25	0,55	3,75	5,75	7,00	5,50	4,58	B-10	
75,00	18,75	5,95	12,80	0,70	4,70	7,20	8,75	6,90	5,70	B-12,5	
90,00	22,50	7,15	15,40	0,85	5,65	8,65	10,50	8,25	6,85	B-15	
120,00	30,00	9,50	20,50	1,10	7,50	11,50	14,00	11,00	9,15	B-20	

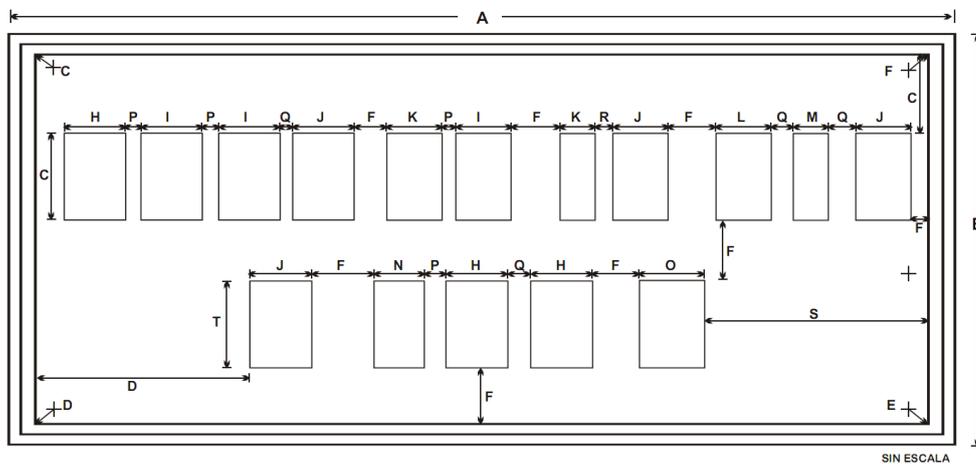
112.02.3 RT-03: PASO UNO A UNO



SEÑAL	DIMENSIONES (cm)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
60,00	60,00	5,00	25,00	50,00	10,00	5,55	5,87	6,35	2,14	5,00
75,00	75,00	6,25	31,25	62,50	12,50	6,95	7,35	7,95	2,65	6,25
90,00	90,00	7,50	37,50	75,00	15,00	8,30	8,80	9,50	3,20	7,50
120,00	120,00	10,00	50,00	100,00	20,00	11,10	11,75	12,70	4,25	10,00

112.03 DISEÑO DE SEÑALES VERTICALES TRANITORIAS INFORMATIVAS**112.03.1 IT-01: APROXIMACIÓN A OBRA EN LA VÍA**

**OBRA EN LA VIA
A 100 m**



SIN ESCALA

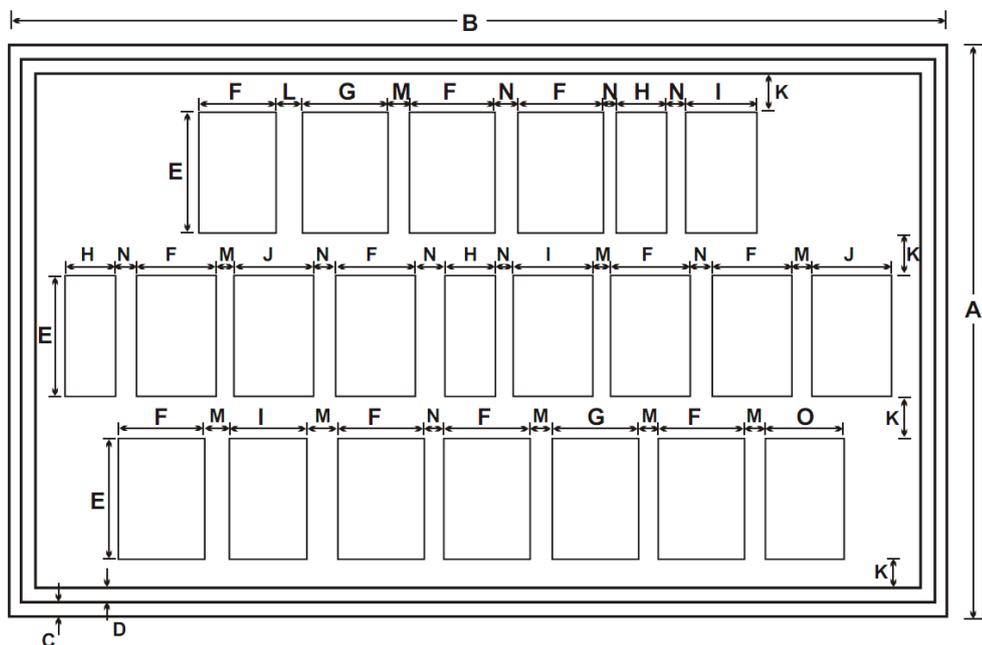
DIMENSIONES (cm)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
178,81	30,80	5,00	3,75	2,50	7,50	2,00	10,72	10,24	12,75	9,30

DIMENSIONES (cm)

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	ALFABETO
11,43	2,39	3,68	17,80	3,58	2,85	1,91	46,85	15,00	D-15

112.03.2 IT-02: CARRIL CERRADO (DERECHO-CENTRO-IZQUIERDO)

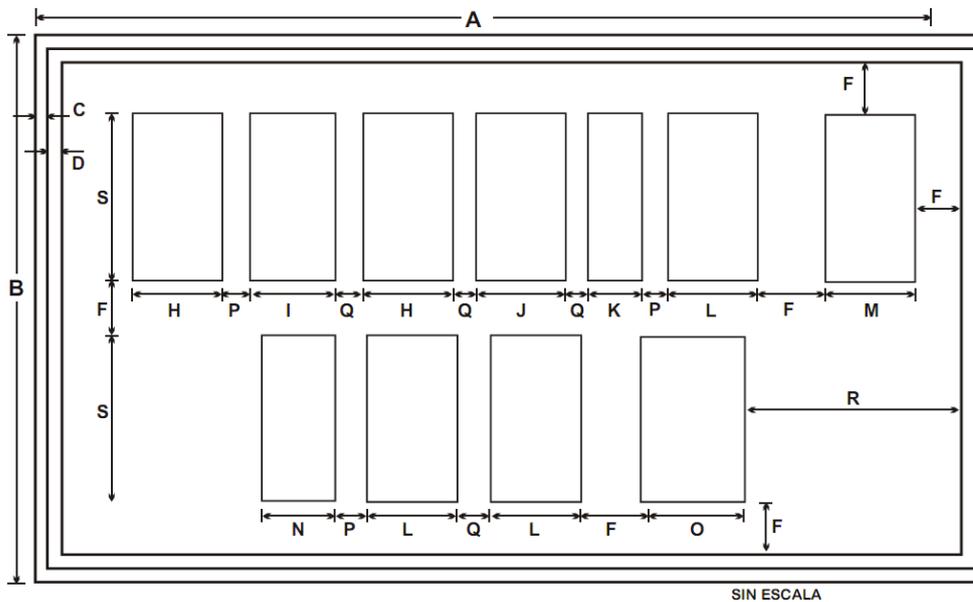


DIMENSIONES (cm)										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
110,00	170,00	2,00	3,00	20,00	13,87	16,99	3,18	12,40	14,28	10,00

DIMENSIONES (cm)			
L	M	N	ALFABETO
2,54	3,81	4,78	D-20

Nota.- La dimensión "B" de la placa es función del texto que contiene.

112.03.3 IT-03: DESVÍO

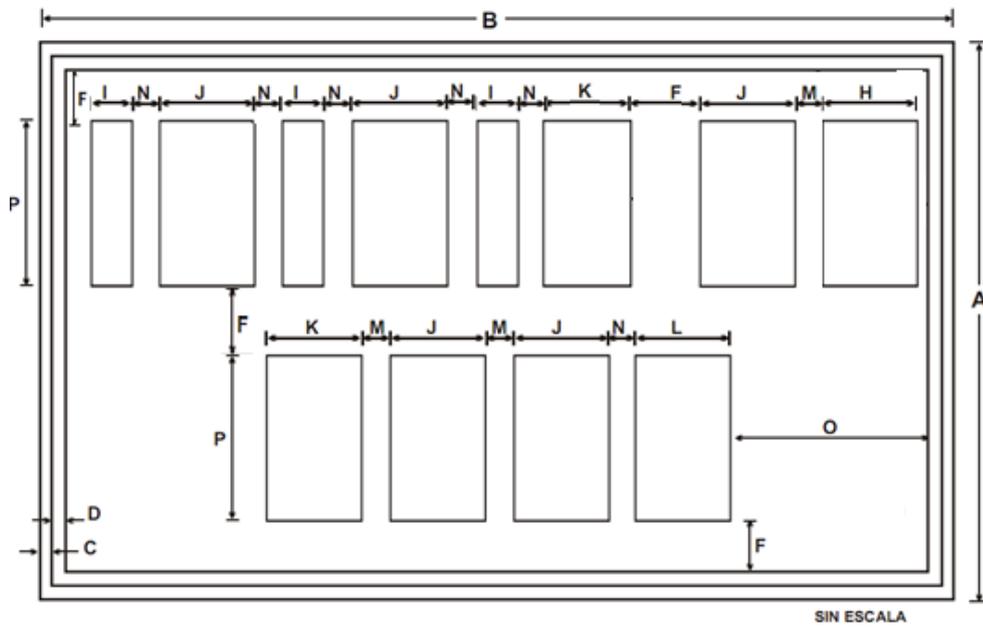


DIMENSIONES (cm)											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
113,28	30,80	5,00	3,75	2,50	7,50	2,00	10,24	9,30	11,43	2,39	10,72

DIMENSIONES (cm)							ALFABETO
M	N	O	P	Q	R	S	
12,75	3,68	17,80	3,58	2,85	22,71	15,00	D-15

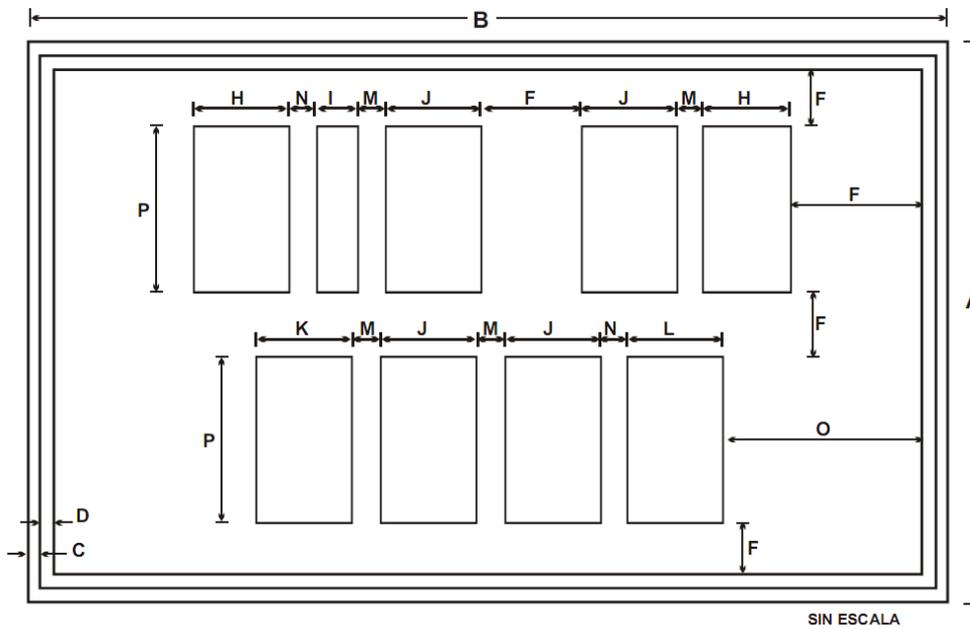
Nota.- La dimensión "A" de la placa es función del texto que contiene.

112.03.4 IT-04: INICIO DE OBRA



Nota.- La dimensión "A" de la placa es función del texto que contiene.

112.03.5 IT-05: INFORMACIÓN DE OBRA

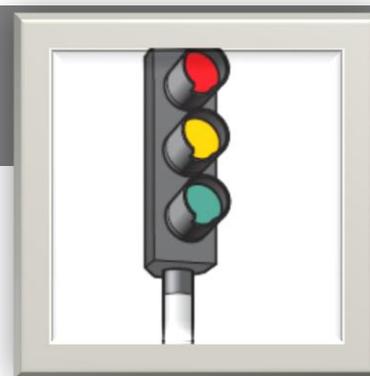


SIN ESCALA

DIMENSIONES (cm)										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
81,98	30,80	5,00	3,75	2,50	7,50	2,00	9,30	2,39	10,24	10,72

DIMENSIONES (cm)					
L	M	N	O	P	ALFABETO
12,75	3,58	2,85	10,01	15,00	D-15

113. SEMÁFOROS



Se exponen las principales características de los semáforos, uso, clasificación (para el control del tránsito, para pasos peatonales y los especiales), elementos que lo componen, ubicación, estudios de tránsito para justificar su uso, etc. Igualmente se incluyen las características de los detectores para peatones, de aproximación de trenes y los de uso común para semáforos accionados por el tránsito.

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control.

El semáforo es un dispositivo útil para el control y la seguridad, tanto de vehículos como de peatones.

113.01 CLASIFICACIÓN

De acuerdo con el mecanismo de operación de sus unidades de control, los semáforos se clasifican en:

- Semáforos para el control del tránsito de vehículos.
- Semáforos para pasos peatonales.
- Semáforos especiales.

113.02 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SEMÁFORO

El semáforo consta de una serie de elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes, visera y placa de contraste.

113.02.1 CABEZA

Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza encierra un número determinado de caras orientadas en diferentes direcciones.

113.02.2 SOPORTES

Son las estructuras que se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar los elementos luminosos del semáforo en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar sus indicaciones.

113.02.3 CARA

Es el conjunto de unidades ópticas (lente, reflector, lámpara o bombilla y portalámparas) que están orientadas en la misma dirección. En cada cara del semáforo existirán como mínimo dos, usualmente tres, o más unidades ópticas para regular uno o más movimientos de circulación.

113.02.4 LENTE

Es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.

113.02.5 VISERA

Es un elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que, a determinadas horas, los rayos del sol incidan sobre éstas y den la impresión de estar iluminadas, así como también para impedir que la señal emitida por el semáforo sea vista desde otros lugares distintos hacia el cual está enfocado.

113.02.6 PLACA DE CONTRASTE

Elemento utilizado para incrementar la visibilidad del semáforo y evitar que otras fuentes lumínicas confundan al conductor.

113.03 EQUIPO DE CONTROL

Es un mecanismo electromecánico o electrónico que sirve para ordenar los cambios de luces en los semáforos.

Adicionalmente puede realizar las siguientes funciones:

- procesar la información generada por los detectores para ajustar los tiempos a las necesidades de la intersección;
- recibir y enviar información a un centro de control o controlador maestro con el fin de operar en forma coordinada; y
- proveer los elementos que garanticen la seguridad de los usuarios evitando señalizaciones conflictivas y reportar al centro de control el tipo de falla que puede presentar.

113.04 DETECTORES

Son dispositivos capaces de registrar variables de tránsito tales como: volumen, velocidad, ocupación, sentido, tipo de tránsito, presencia, etc., y generar señales para ser analizadas por el controlador local o el controlador central.

113.05 MANTENIMIENTO

Un mantenimiento adecuado es muy importante para el funcionamiento eficiente de los semáforos y para prolongar la vida útil de los mismos. Además, la autoridad y el respeto que los semáforos inspiran es debido únicamente a sus indicaciones precisas y exactas. Semáforos con indicaciones imprecisas no pueden imponer el respeto necesario. Los costos de mantenimiento se deben tomar en cuenta al adquirir el equipo; a veces, un bajo costo inicial puede resultar antieconómico si el costo de mantenimiento es elevado.

Deben llevarse registros de mantenimiento detallado y analizarse a intervalos regulares para determinar las prácticas futuras a seguir en cuanto a las compras de equipos y al programa de mantenimiento.

Los registros de trabajo de mantenimiento, bien llevados, son útiles desde varios puntos de vista:

- Su análisis ayudará a determinar si el programa de trabajo de mantenimiento que se está siguiendo es satisfactorio.
- El análisis de los costos sirve para determinar los equipos más convenientes de adquirir en el futuro y para mejorar los procedimientos de mantenimiento.
- Los registros de mantenimiento con frecuencia son de utilidad a las autoridades que intervienen en caso de accidentes.

Los registros de mantenimiento contendrán los tiempos empleados y los costos de limpieza, lubricación, ajuste en los tiempos o pre-sincronización, reparaciones generales, reposiciones de lámparas, pintura y trabajos diversos de cada uno de los semáforos y controles.

Todo el equipo de los semáforos debe ser pintado por lo menos cada año (o con más frecuencia, si ello fuere necesario) y limpiado cada seis meses para evitar la corrosión, mantener los elementos ópticos en buenas condiciones de luminosidad y mantener la buena apariencia de los mismos.

Los postes y ménsulas deberán pintarse en color amarillo o blanco, con franjas negras y repintarse cada año como mínimo, o con mayor frecuencia si es necesario. Las partes internas de las viseras que se usan alrededor de las lentes, al igual que el semáforo, deberán pintarse en negro mate para reducir la reflexión de la luz.

113.06 PREVISIÓN DE INSTALACIONES

Al instalarse semáforos en una intersección, si se prevén modificaciones, ampliaciones o cualquier tipo de cambio físico o de diseño en un futuro razonable, deberán prepararse instalaciones y circuitos adicionales para minimizar los costos de material y trabajo.

113.07 SEMÁFOROS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS

Los semáforos para el control del tránsito de vehículos se clasifican de la siguiente forma:

- a) SEMÁFOROS DE TIEMPOS FIJOS O PREDETERMINADOS (Dependientes del tiempo).
- b) SEMÁFOROS ACCIONADOS O ACTIVADOS POR EL TRÁNSITO (Dependientes del tránsito):
 - Totalmente accionados (totalmente dependientes del tránsito).
 - Parcialmente accionados (semidependientes del tránsito).

113.08 SIGNIFICADO DE LAS INDICACIONES

Las lentes de los semáforos para el control vehicular deberán ser de color rojo, amarillo y verde. Cuando se utilicen flechas, éstas también serán rojas, amarillas y verdes sobre fondo negro.

Las lentes de las caras de un semáforo deberán formar una línea vertical. El rojo debe encontrarse sobre la parte alta, en medio el amarillo, y el verde abajo.

La interpretación de los colores de los semáforos es como sigue:

113.08.1 VERDE



Los conductores de los vehículos y el tránsito vehicular que observen esta luz podrán seguir de frente o girar a la derecha, a menos que alguna señal (reflectorizada o preferentemente iluminada) prohíba dichos giros, siempre y cuando se tenga la vía despejada de peatones o de otros vehículos.

Los peatones que avancen hacia el semáforo y observen esta luz podrán cruzar la vía (por los pasos peatonales marcados) a menos que algún otro semáforo indique lo contrario.

Cuando la lente verde funcione con destellos intermitentes, advierte a los conductores el final de tiempo de luz verde cuando se utiliza la secuencia de rojo-verde-verde intermitente-rojo.

113.08.2 AMARILLO



Advierte a los conductores de los vehículos que el período de verde asignado a un flujo vehicular ha terminado y está a punto de iniciar el período de rojo y, por lo tanto, debe asumir una conducta de prevención tal como sigue:

- Finalizar su marcha si está muy próximo a la intersección y una frenada brusca podría ocasionar situaciones peligrosas con los vehículos de atrás.
- Detener su marcha con el fin de que la intersección no sea bloqueada y los vehículos de las demás corrientes pueden circular en el período de verde que va a iniciar.

Algunas condiciones físicas especiales de la intersección, tales como dimensiones, topografía (pendientes muy pronunciadas), altas velocidades de aproximación o tránsito intenso de vehículos pesados, requieren un intervalo o duración mayor que el normal para despejar la intersección.

En tal caso, se empleará un intervalo normal de amarillo seguido de la luz roja en todas las direcciones, durante otro intervalo adicional, para desalojar totalmente la intersección.

En ningún caso se cambiará de luz verde a luz roja o rojo intermitente sin que antes aparezca el amarillo durante el intervalo necesario para desalojar la intersección. Sin embargo, no se empleará en cambios de rojo a verde total con flecha direccional, o al amarillo intermitente.

Cuando se ilumine la lente amarilla con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos realizarán el cruce con precaución. El amarillo intermitente deberá emplearse en la vía que tenga preferencia.

El amarillo fijo no debe ser usado como señal de precaución.

113.08.3 ROJO



Los vehículos y el tránsito vehicular deben detenerse antes de la línea de PARE y si no la hay a una distancia de dos metros antes del semáforo, deben permanecer parados hasta que aparezca el verde correspondiente. Es recomendable que en los tiempos de seguridad de las intersecciones siempre se incluya un período de todo rojo como parte de éste.

Ningún peatón frente a esta luz debe cruzar la vía, a menos que esté seguro de no interferir con algún vehículo o que un semáforo peatonal indique su paso.

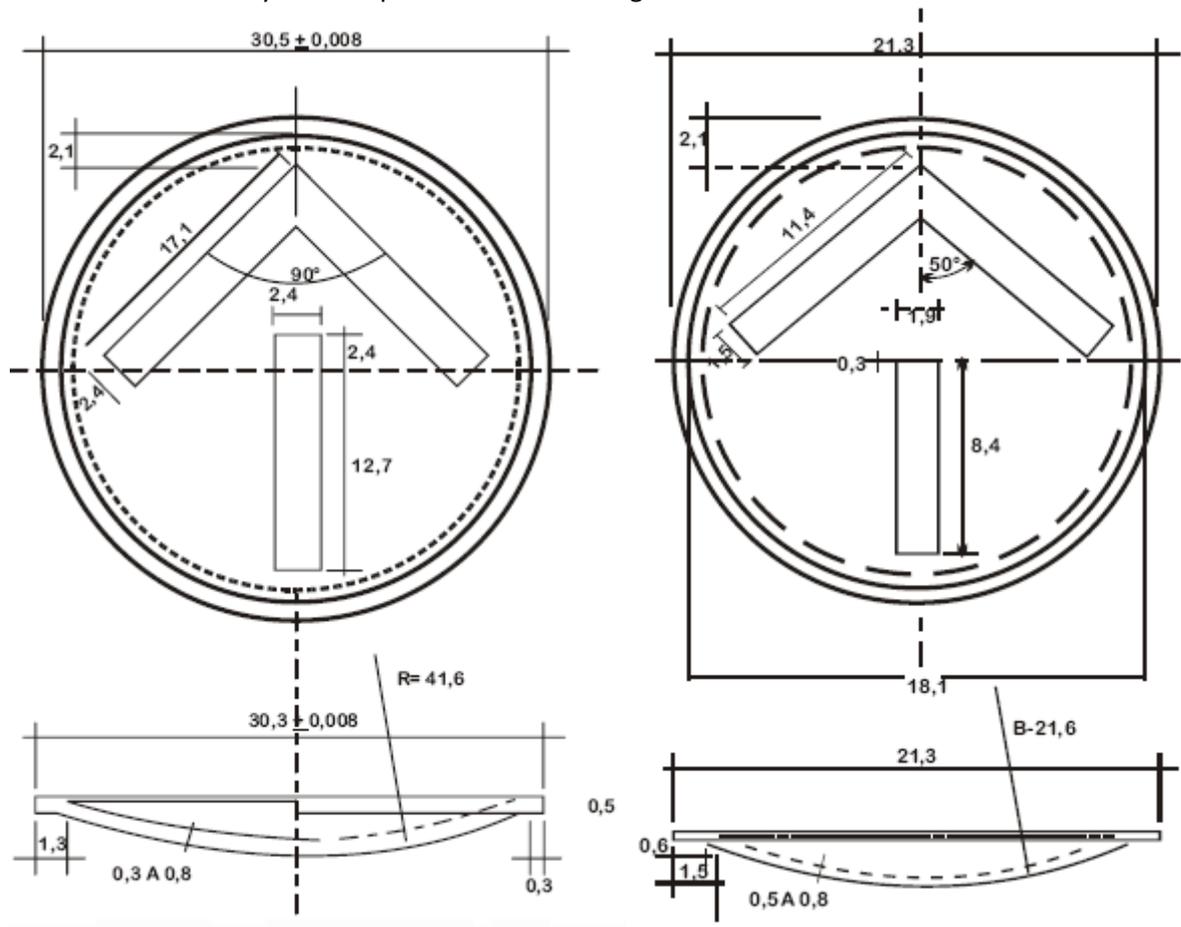
Nunca deberán aparecer simultáneamente combinaciones en los colores de los semáforos, excepto cuando haya flechas direccionales con amarillo o con rojo, o cuando se use el amarillo con rojo para alertar a los conductores del próximo cambio a verde.

Cuando se ilumine una lente roja con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos harán un PARE obligatorio y se detendrán antes de la línea de PARE. El rojo intermitente se empleará en el acceso a una vía preferencial. El rojo intermitente operará como una señal vertical de PARE.

113.08.4 FLECHAS PARA GIRO A LA IZQUIERDA O A LA DERECHA

- Los conductores de los vehículos girarán a la izquierda o a la derecha, según lo indique la flecha, y de acuerdo con el color que exhiban.
- El tránsito vehicular que gira en una intersección debe ceder el derecho de vía a los peatones que se encuentren legalmente dentro de la calzada.

- La eficiencia de las flechas direccionales se aumenta considerablemente si existen canales especiales para el movimiento o giro indicado, complementados con marcas en el pavimento y con una señalización adecuada.
- Cuando se intenta permitir que el tránsito se mueva desde cierto carril haciendo determinado giro, pero prohibiendo que proceda de frente, deben encenderse la lente roja para esos vehículos al mismo tiempo que la lente verde con flecha hacia el lado que permita el giro. Cuando se intenta permitir que el tránsito direccional o desde cualquier carril proceda de frente, pero prohibiéndole cierto giro o giros, debe iluminarse una flecha verde para cada una de las direcciones y la lente roja de la misma cara no debe encenderse.
- Las flechas serán la única parte iluminada de la lente y se reproducirán de acuerdo con las dimensiones y formas que se indican en la figura 113.1.



Flecha direccional en lente de 20 cm.

Flecha direccional en lente de 30 cm

FIGURA 113.1 DIMENSIONES Y FORMAS PARA FLECHAS EN SEMÁFOROS

113.09 SECUENCIAS DE ENCENDIDO Y APAGADO DE LAS LUCES

El orden en que se encienden y apagan las luces de los semáforos, entre otras, pueden tener la siguiente secuencia, dependiendo de la conducta de los conductores y peatones:

- a) En semáforos vehiculares:
Rojo-Verde-Amarillo-Rojo

Rojo-Rojo y Amarillo-Verde-Amarillo-Rojo

- b) En semáforos peatonales:
Verde-Rojo

113.10 CARAS

Existen los siguientes tipos de montaje de caras de semáforos:

- a) Al lado de la vía de tránsito:
- Postes entre 2,50 y 4,50 metros de alto.
 - Brazos cortos adheridos a los postes (a las mismas alturas).
- b) Por encima y dentro de la vía de tránsito:
- Brazos largos que se extienden de los postes dentro de la vía.
 - Suspendidos mediante cables.
 - Postes o pedestales en islas.

Los accesorios de fijación deben permitir ajustes verticales y horizontales hasta cualquier ángulo razonable.

Debe haber un mínimo de dos caras para cada punto de aproximación o acceso del tránsito vehicular a la intersección. Estas pueden ser suplementadas con semáforos peatonales, donde éstos sean requeridos, los cuales se ubicarán a cada lado del paso peatonal.

Las dos o más caras de semáforos adecuadamente instaladas le permitirán a los conductores observar al menos una indicación prácticamente en todo momento, aunque uno de los semáforos sea obstruido momentáneamente por vehículos grandes, y representa un factor de seguridad en caso de resplandor del sol del día, de luz excesiva por anuncios luminosos durante la noche o cuando se funda algún bombillo.

La necesidad de instalar más de dos caras por acceso a la intersección o aproximación dependerá de las condiciones locales especiales, tales como número de carriles, necesidad de indicaciones direccionales o de giro, configuración de la intersección, isletas para canalización, etc.

Las caras de los semáforos se ubicarán de tal manera que sean visibles a los conductores que se aproximan a la intersección, considerando que para cada uno de los carriles en el acceso, deberá colocarse una cara de semáforos.

En cada acceso se ubicarán conforme a las recomendaciones siguientes:

- En vías unidireccionales.
- De uno o dos carriles: se ubicarán dos semáforos con soportes de tipo poste o pedestal a cada lado de la vía, o una ménsula al lado derecho de la vía, en función de la geometría de la intersección.
- De tres carriles: se ubicarán tres semáforos, dos en soportes tipo ménsula instalados al lado derecho de la vía y uno con soporte de tipo poste o pedestal al lado izquierdo.
- De cuatro o más carriles: se instalarán cuatro semáforos en soportes tipo ménsula ubicados a cada lado de la vía.
- En vías bidireccionales sin separador: Se utilizarán dos semáforos por acceso, instalados en soportes tipo ménsula ubicados al lado derecho de la vía.

- En vías bidireccionales con separador: Se seguirán los mismos criterios de vías unidireccionales, sólo que el soporte tipo poste o pedestal estará ubicado en el separador central.

En casos excepcionales en los cuales no sea posible instalar el soporte tipo ménsula en el lado derecho del acceso, podrá instalarse al lado izquierdo o en el separador.

La distancia entre la línea de PARE y el borde exterior de la acera perpendicular al acceso debe estar entre 7 y 11 metros, de tal manera que se garantice el paso peatonal y su demarcación como una prolongación de la acera. En todo caso, esta distancia no debe ser superior a 15 metros con el fin de evitar que los tiempos intermedios de despeje de la intersección sean muy grandes.

Semáforos por encima de la vía son recomendables en sitios donde, de otra manera, podrían fácilmente ser pasados por alto como en intersecciones rurales aisladas, en vías de alta velocidad que se cruzan con arterias urbanas o donde avisos luminosos y otras luces puedan interferir la buena visibilidad de semáforos ubicados a un lado de la vía.

Los semáforos por encima de la vía de tránsito son de poco valor para el tránsito peatonal; por eso, donde haga falta el control peatonal, debe establecerse con semáforos montados en pedestales.

Los semáforos ubicados en postes o pedestales dentro de la vía de tránsito deberían protegerse mediante islas, avisos e iluminación nocturna.

En las figuras 113.2 a 113.9 se muestra la ubicación recomendable de las caras de los semáforos relacionando cada caso a la sección correspondiente.

La ubicación de la figura 113.10 se utilizará cuando los semáforos se instalen en la prolongación de la línea de paso de peatones en el acceso a la intersección.

El semáforo instalado en poste deberá ubicarse a 1,0 metros medidos de la orilla exterior del bordillo a su parte más saliente. Cuando no exista la acera, se ubicará de tal manera que la proyección vertical de su parte más saliente coincida con el borde de la vía, fuera de la banquina. Ver figura 113.11.

El semáforo con soporte del tipo brazo corto deberá ubicarse a 0,60 metros medidos desde la orilla externa del bordillo a su base. Cuando no exista la acera, se ubicará de tal manera que la base coincida con el borde de la vía, fuera de la banquina. Ver figura 113.11.

Un semáforo con soporte del tipo ménsula larga deberá ubicarse a una distancia mínima de 0,60 metros medidos desde la orilla externa del cordón hasta la parte visible más saliente de su base. Cada semáforo deberá coincidir con el eje del carril que se desea controlar. Ver figura 113.12.

Para un buen funcionamiento, la parte inferior de la cara del semáforo tendrá una altura libre equivalente a la suministrada por la tabla 113.1 a continuación.

TABLA 113.1 ALTURA LIBRE DE LA CARA DEL SEMÁFORO

TIPO DE SOPORTE	ALTURA (m)	
	MÍNIMA	MÁXIMA
Semáforos con poste o ménsula corta	2,50	4,50
Semáforos con ménsula larga	4,50	6,00
Semáforos suspendidos por cables	4,50	6,00

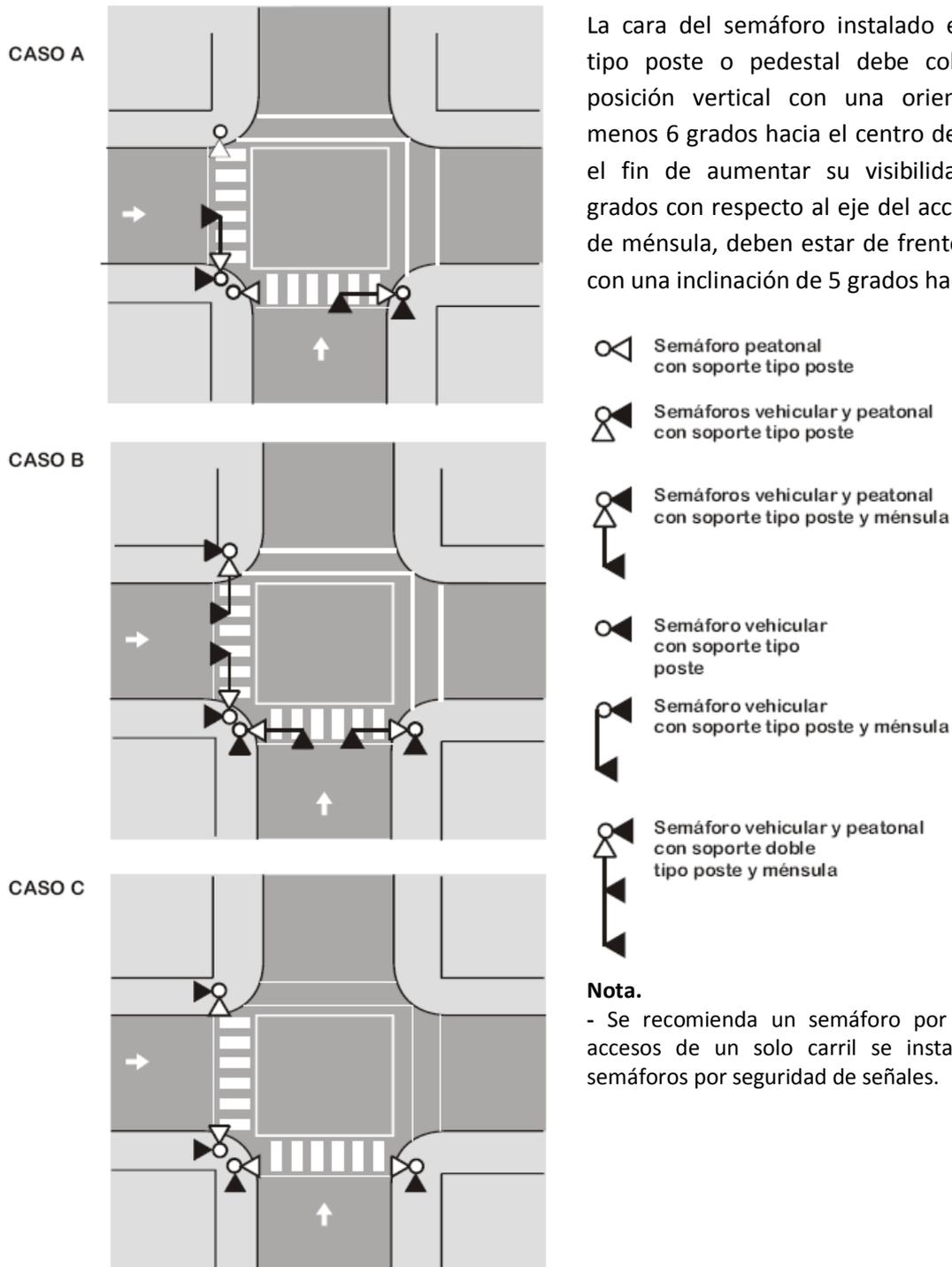


FIGURA 113.2 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE UN SOLO SENTIDO

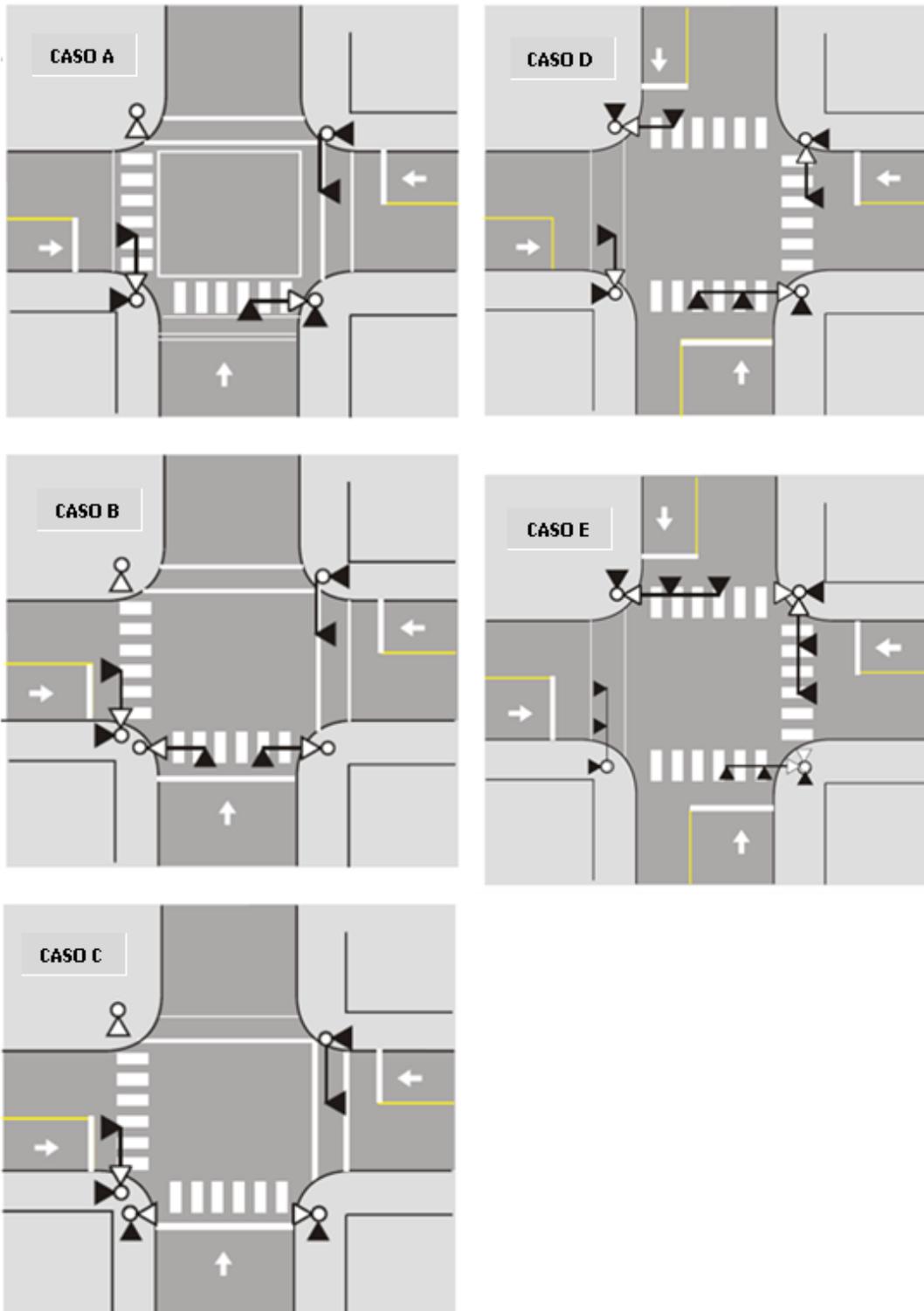


FIGURA 113.3 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE DOBLE SENTIDO

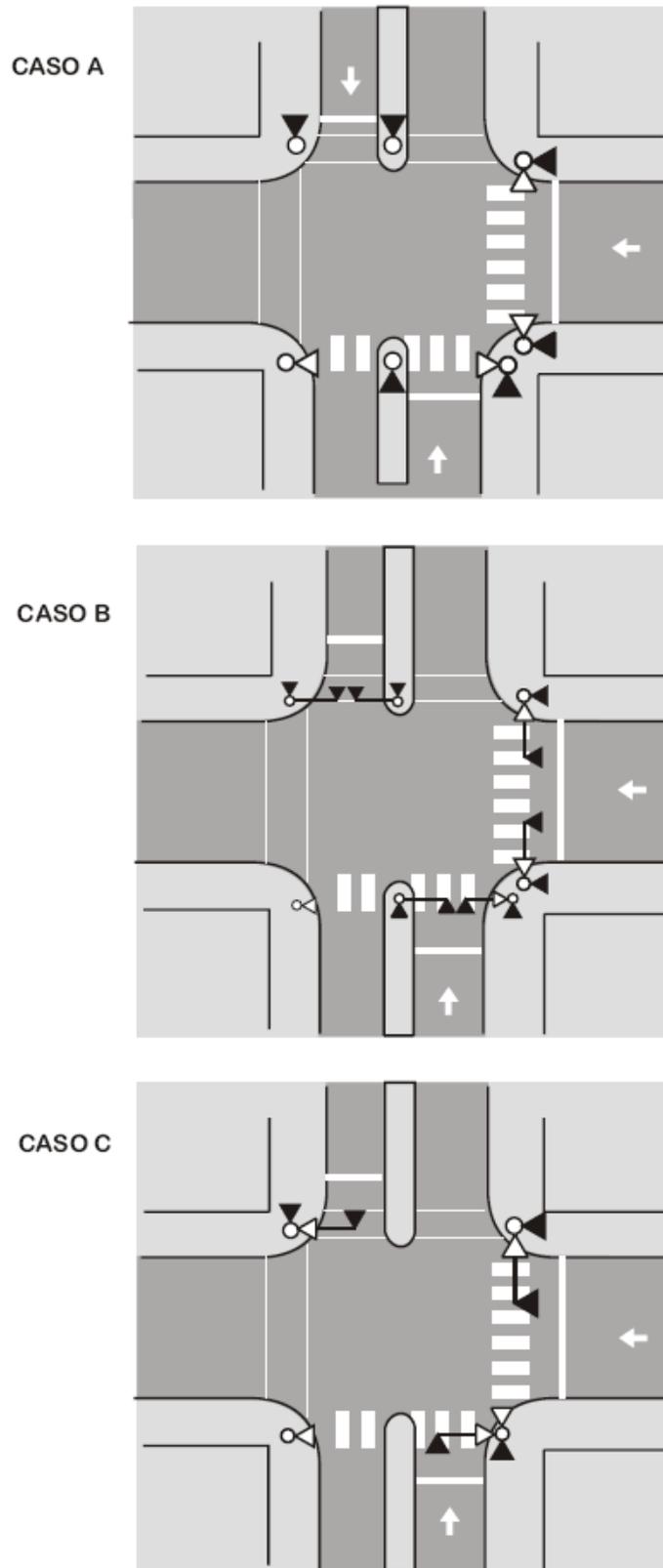


FIGURA 113.4 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE UNA CALLE DE DOBLE SENTIDO CON SEPARADOR CENTRAL Y CALLES DE UN SOLO SENTIDO

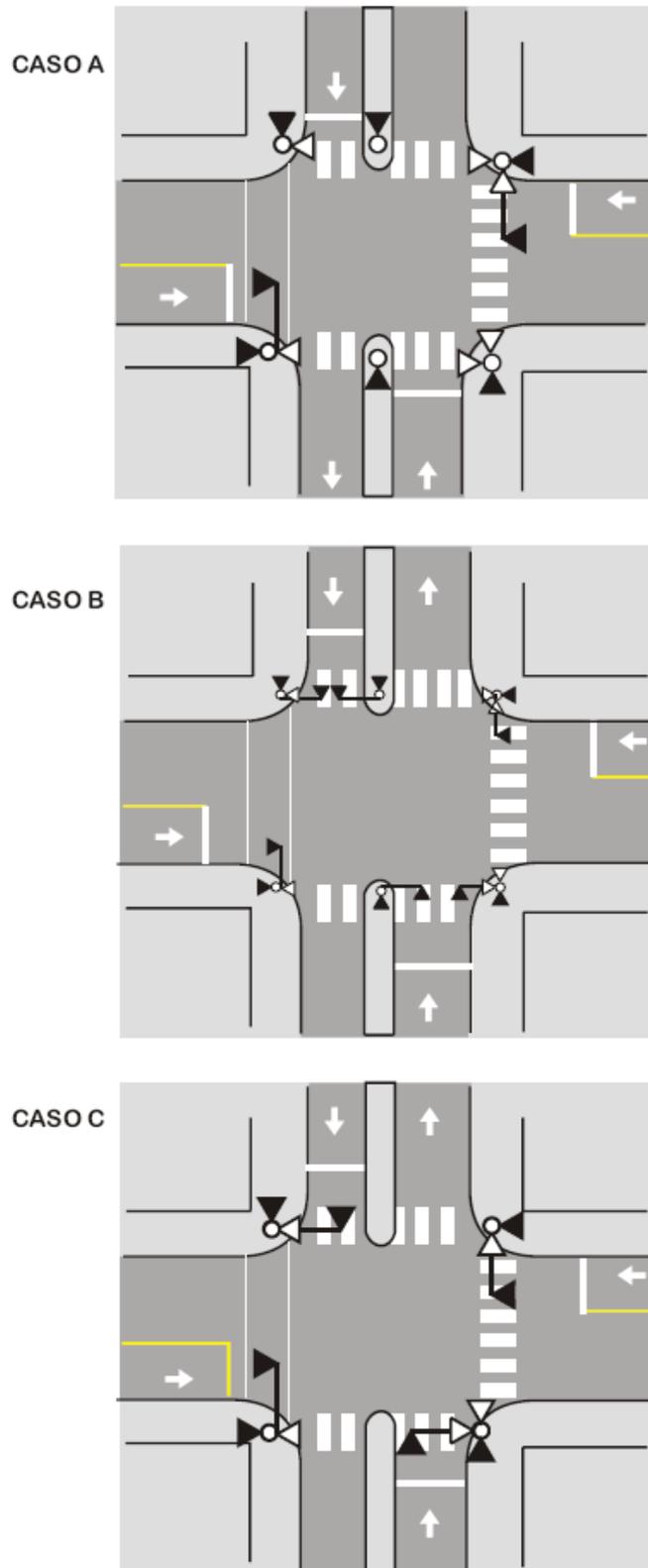


FIGURA 113.5 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE DOBLE SENTIDO, UNA CON SEPARADOR CENTRAL

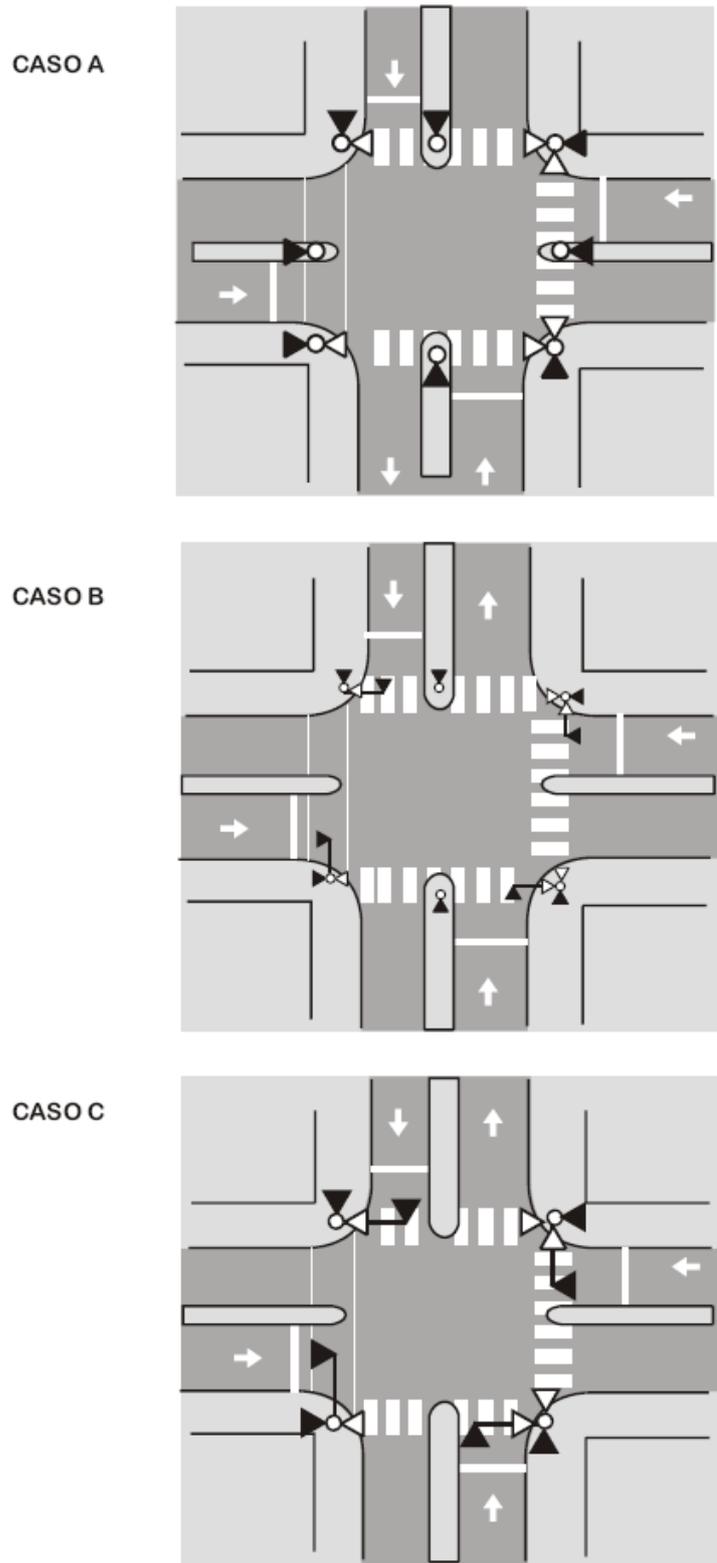


FIGURA 113.6 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE DOBLE SENTIDO CON SEPARADOR CENTRAL

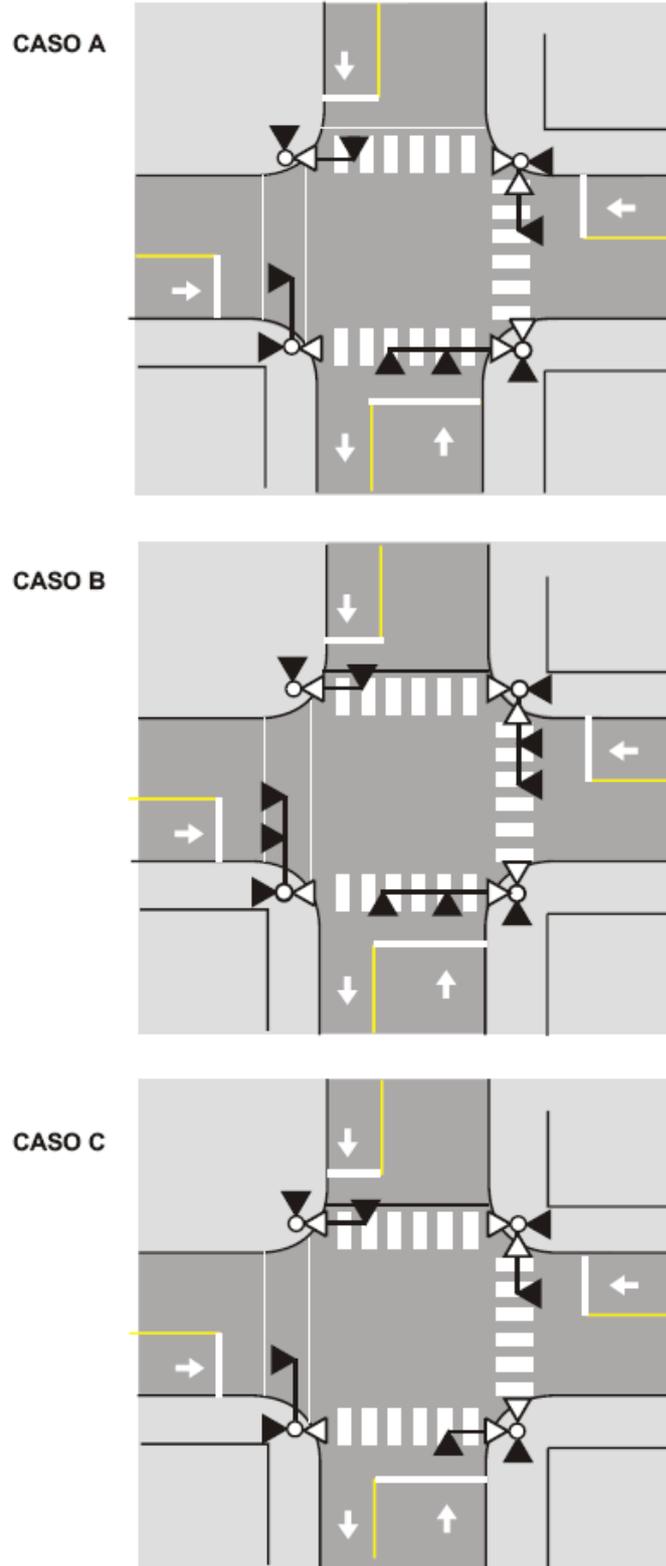


FIGURA 113.7 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE UNA VÍA RÁPIDA CON CALLE DE UN SOLO SENTIDO

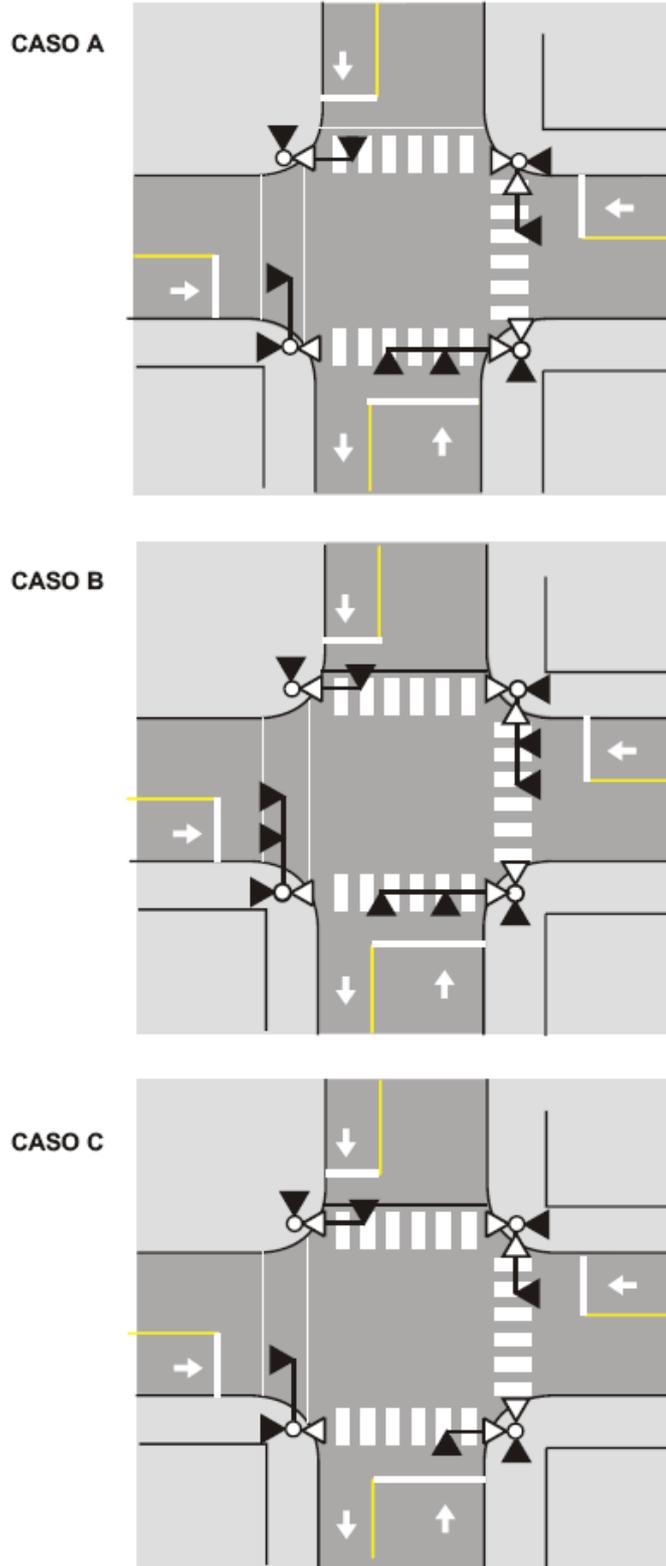


FIGURA 113.8 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE UNA VÍA RÁPIDA URBANA CON CARRIL DE CONTRAFLUJO, CON CALLES DE DOBLE SENTIDO

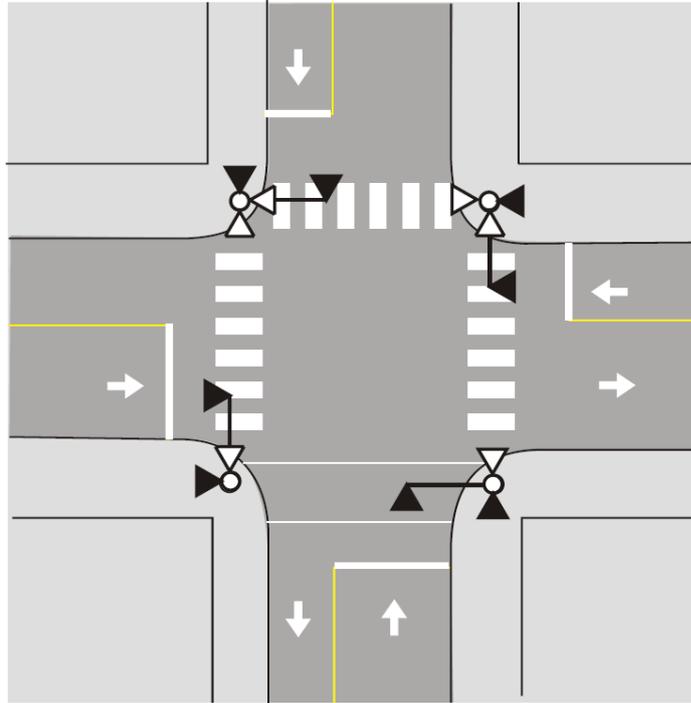


FIGURA 113.9 UBICACIÓN Y NÚMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE VÍAS RÁPIDAS URBANAS CON CARRIL EN CONTRAFLUJO

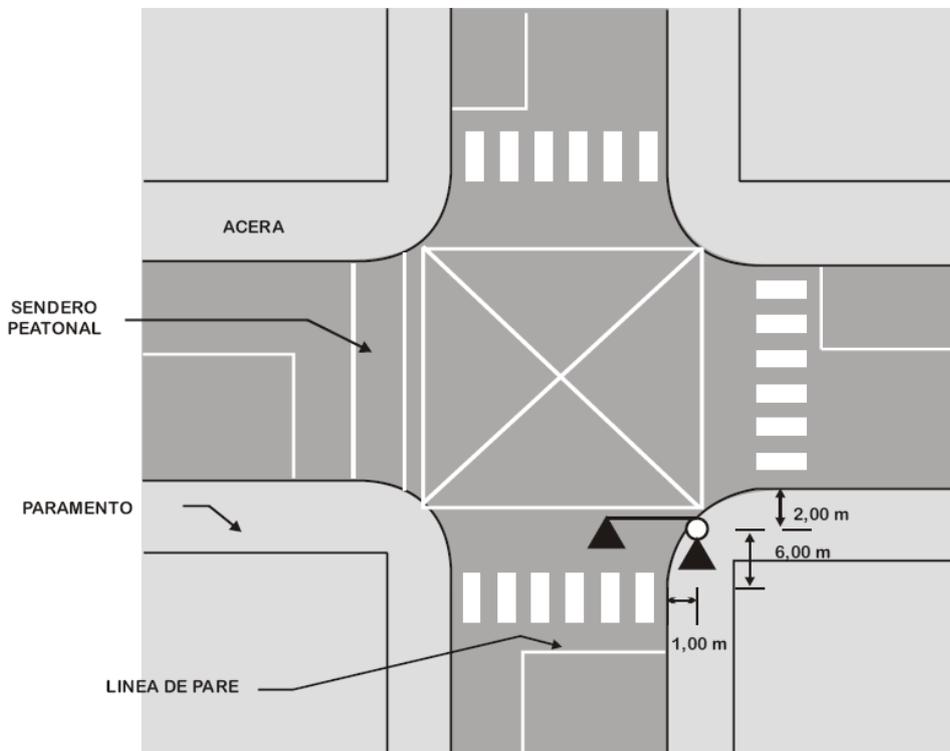


FIGURA 113.10 LOCALIZACIÓN DE LAS CARAS DEL SEMÁFORO EN EL LADO MÁS CERCANO DEL ACCESO DE LA INTERSECCIÓN

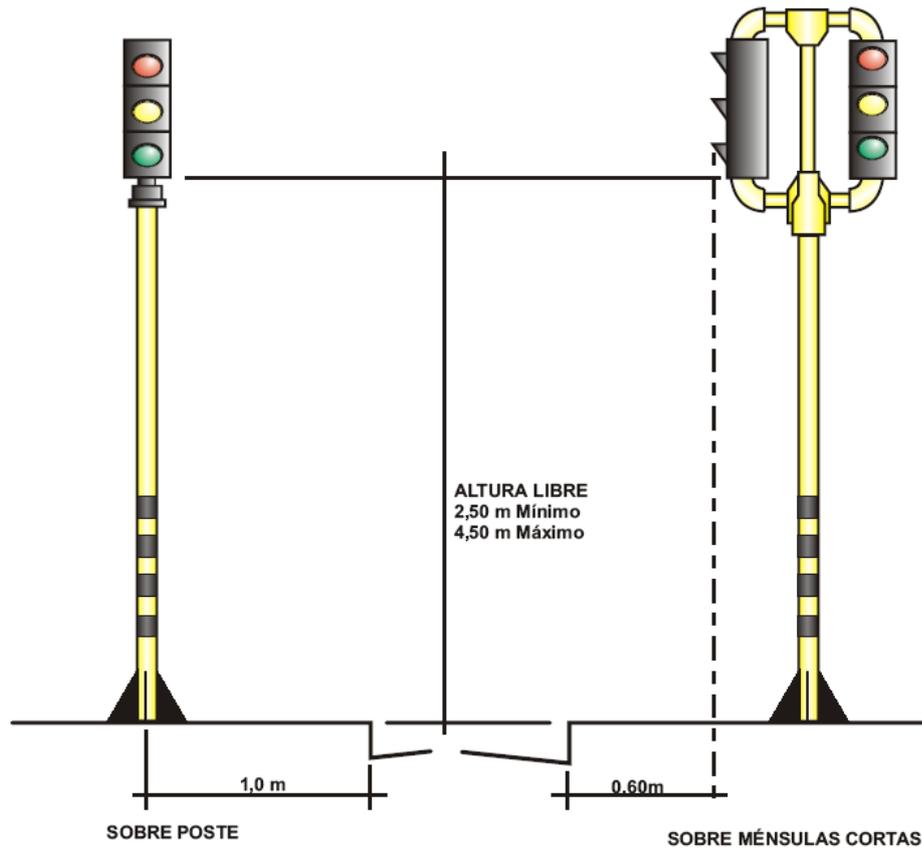


FIGURA 113.11 SEMÁFOROS MONTADOS EN POSTE O EN MÉNSULA CORTA

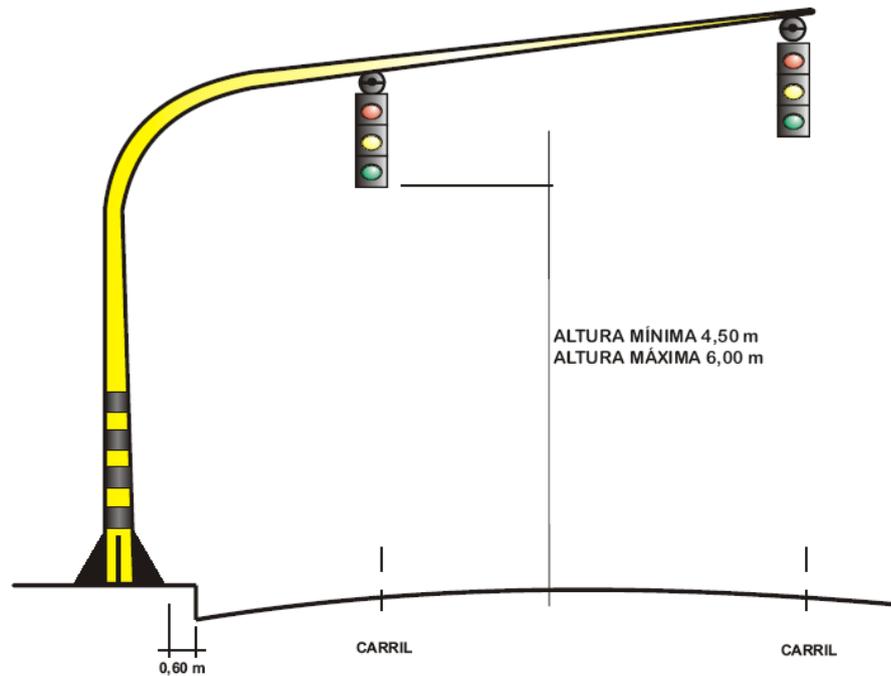


FIGURA 113.12 SEMÁFOROS MONTADOS EN MÉNSULA LARGA SUJETA A POSTE LATERAL

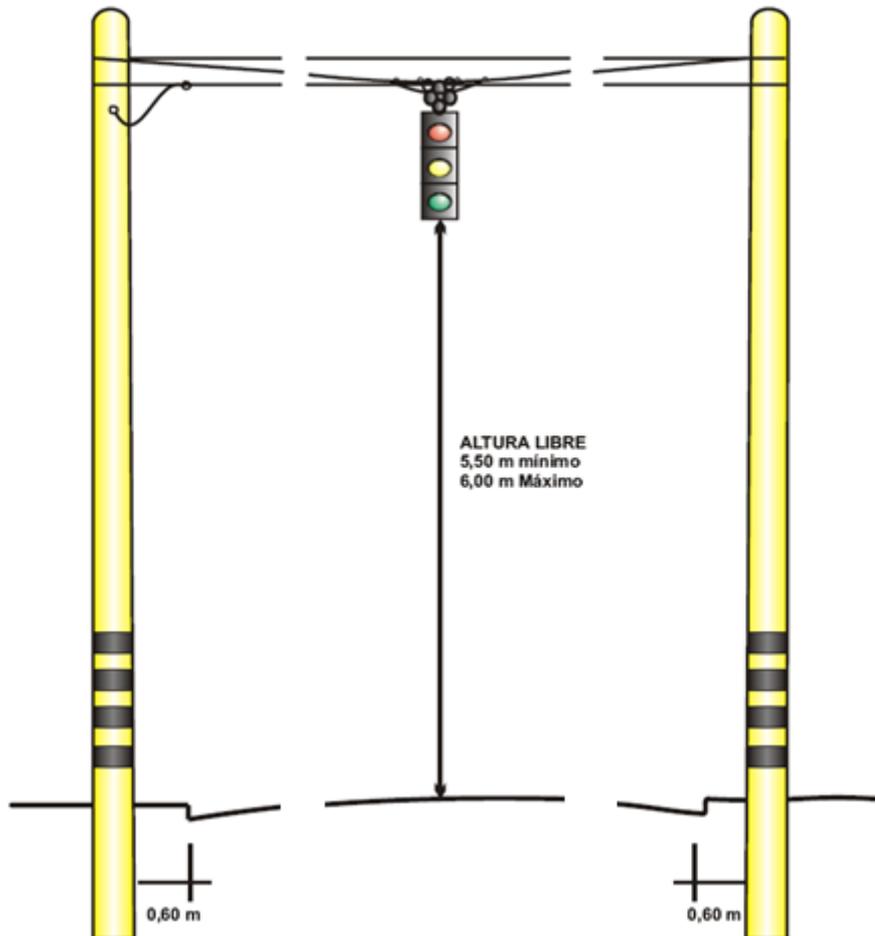


FIGURA 113.13 SEMÁFORO MONTADO SUSPENDIDO POR CABLE

113.11 LENTES

Todas las lentes de los semáforos para control vehicular peatonal deberán ser de forma circular.

Existen dos diámetros nominales de 20 cm y de 30 cm. Los diámetros de la parte visible de las lentes deberán ser como mínimo de 19,7 cm para las de 20 cm y de 28,5 cm para las de 30 cm; los diámetros exteriores mínimos de las lentes serán de 21,3 cm para las de 20 cm y de 30,5 cm para las de 30 cm.

A veces conviene instalar la lente roja de 30 cm y las demás de 20 cm para dar mayor énfasis en la indicación restrictiva más importante: EL PARE. Sin embargo, todas las lentes podrán ser del diámetro mayor. La experiencia con este tamaño de lente, hasta ahora, ha sido relativamente limitada, pero ha tenido suficiente éxito para justificar su aceptación, al menos para sitios en donde es necesario que el semáforo sea más llamativo.

Las lentes de 30 cm son aconsejables cuando hay riesgo de que el semáforo pueda pasar inadvertido por el conductor, ya que proporcionan un importante aumento de visibilidad para el semáforo. Estos riesgos ocurren en los casos siguientes:

En las ménsulas:

- Intersecciones rurales o cruces con vías de altas velocidades de aproximación.
- Cruces o intersecciones aisladas en los que no es de esperarse que existan semáforos, como el primero después de la salida de una vía rápida o autopista.
- Lugares donde haya problemas especiales de interferencias, como cruces en los que existan anuncios luminosos que se puedan confundir con los semáforos.
- Intersecciones donde los conductores tienen vista simultánea de semáforos para control general y de semáforos que controlan los canales reversibles.

La cara de los semáforos para el control vehicular tendrá normalmente tres lentes y como máximo cinco.

Estos tres serán: rojo, amarillo y verde, excepto cuando se usa una lente verde con flecha para indicar una "vía libre".

Las lentes de la cara de un semáforo deben formar una línea vertical. El rojo debe encontrarse en la parte más alta, en medio el amarillo, y el verde estará abajo.

Las lentes verdes con flecha direccional deben ser colocadas lo más cerca posible del lado del movimiento que regulan; pero si hay que instalar más de un lente con flecha en la misma línea vertical, debe colocársela lente que indique "de frente" debajo del verde total y, de necesitarse más, debe seguir la flecha a la izquierda, finalmente, flecha a la derecha. En este último caso, de existir tres flechas direccionales, debe suprimirse la lente total verde.

La disposición recomendable de las lentes en la cara del semáforo se muestra en las figuras 113.14 y 113.15. Las inscripciones que podrán llevar las lentes serán únicamente flechas y pictogramas del peatón o ciclista y en ningún caso deben usarse inscripciones de palabras o letreros sobre lentes para semáforos vehiculares.

La práctica de incrustar palabras tales como "Pare" y "Siga" en lentes de semáforos reduce su efectividad y no se recomienda en las normas para estos dispositivos.

113.12 VISIBILIDAD E ILUMINACIÓN DE LAS LENTES

Cada lente debe ser iluminada independientemente. Esto es esencial para obtener uniformidad en la posición de las lentes, para darle satisfactoria brillantez y para proporcionar la flexibilidad necesaria en las indicaciones requeridas.

Cuando una lente de semáforo está iluminada y su imagen no está obstruida por algún objeto físico, las indicaciones deberán distinguirse claramente desde una distancia mínima de 300 metros en condiciones atmosféricas normales y tratándose de flechas direccionales éstas deberán distinguirse desde una distancia mínima de 60 metros.

Cuando existan condiciones topográficas desfavorables o en vías suburbanas y rurales en donde no es común encontrar semáforos, se dispondrá de la señal preventiva P-63 para indicar la proximidad de este tipo de dispositivos. En estos casos, puede ser conveniente el empleo de una cara adicional en el mismo poste a una mayor altura.

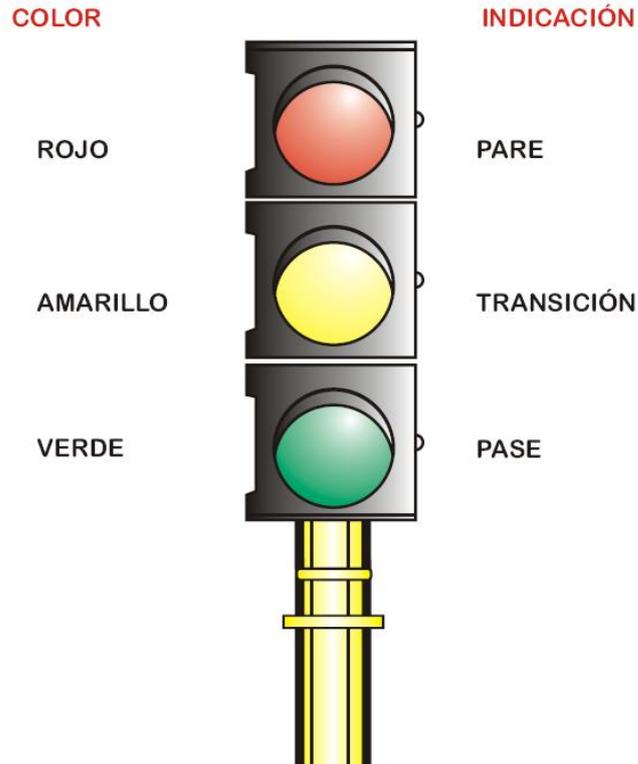


FIGURA 113.14 POSICIÓN DE LAS LENTES EN UN SEMÁFORO DE TRES LUCES

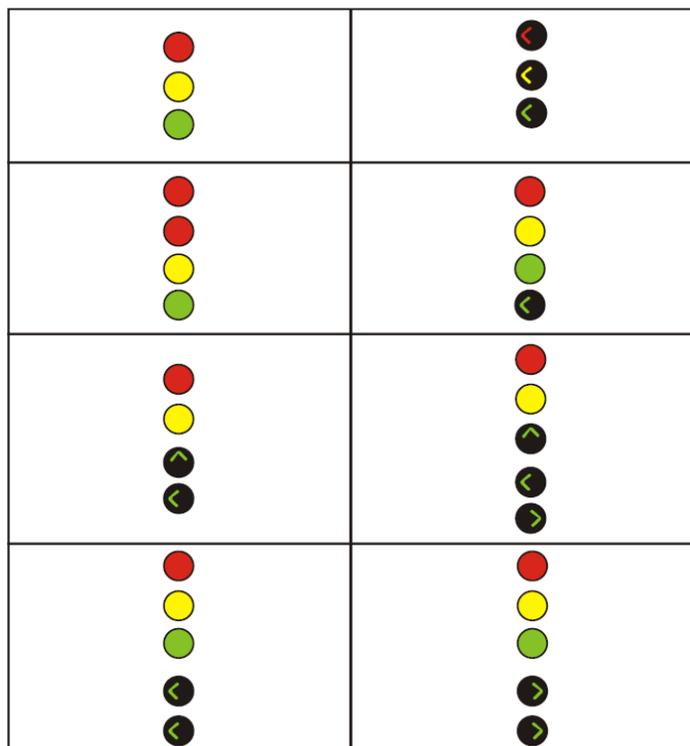


FIGURA 113.15 DISPOSICIÓN DE LAS LENTES EN LA CARA DE UN SEMÁFORO

Cada cara del semáforo debe orientarse en un ángulo tal que sus focos sean de máxima efectividad hacia el tránsito que se aproxime en la dirección para la cual está prevista. Viseras, celosías, túneles y rebordes oscuros muchas veces mejoran la efectividad de un semáforo.

En los cruces irregulares podrán necesitarse varios semáforos orientados en posiciones diversas y, en ese caso, las caras de los semáforos deberán cubrirse con viseras, túneles o celosías, a fin de que el conductor que se aproxima sólo vea la indicación que le corresponda.

113.13 LÍMITE DE ÁREA CONTROLADA POR UN SEMÁFORO

Los semáforos sólo regularán el tránsito en la intersección en que están instalados o bien en aquellos sitios en que se requiera a mitad de la cuadra.

113.13.1 FUNCIONAMIENTO CONTINUO Y EFICIENCIA

Los semáforos deberán estar permanentemente iluminados. El mal funcionamiento de los semáforos produce inconvenientes como desobediencia y arbitrariedad, lo que genera peligros innecesarios y difíciles de corregir en el tiempo.

Cuando no estén funcionando para regular el tránsito sólo operarán en forma intermitente. Antes de poner a funcionar una instalación nueva, o cuando por otra razón no estén funcionando los semáforos, éstos deberán ser tapados o eliminados, para que ninguna persona pueda creer que se ha quemado algún bombillo o lámpara.

113.14 SEMÁFOROS DE TIEMPOS FIJOS O PREDETERMINADOS

Un semáforo de tiempo fijo o predeterminado es un dispositivo para el control del tránsito que regula la circulación haciendo detener y proseguir el tránsito de acuerdo a una programación de tiempo determinado o a una serie de programaciones establecidas.

Las características de operación de los semáforos de tiempo fijo o predeterminado, tales como, duración del ciclo, intervalo, secuencia, desfasamiento, etc., pueden ser cambiadas de acuerdo a un programa determinado.

Los semáforos de control de tiempo fijo o predeterminado se adaptan mejor a las intersecciones donde los patrones del tránsito son relativamente estables y constantes, o donde las variaciones del tránsito que se registran pueden tener cabida mediante una programación pre-sincronizada sin causar demoras o congestión no razonables. El control pre-sincronizado es particularmente adaptable a intersecciones donde se desee coordinar la operación de semáforos con instalaciones existentes o planificadas en intersecciones cercanas en la misma calle o calles adyacentes o en intersecciones cuya capacidad vehicular esté en el límite.

113.14.1 CONDICIONES PARA LA INSTALACIÓN

Este tipo de semáforo se debe instalar y operar solamente si se satisfacen uno o más de los requisitos o condiciones siguientes:

- Condición A: Volumen mínimo de vehículos.
- Condición B: Interrupción del tránsito continuo.
- Condición C: Volumen mínimo de peatones.
- Condición D: Movimiento o circulación progresiva.

- Condición E: Antecedentes y experiencia sobre accidentes.
- Condición F: Combinación de las condiciones anteriores.

Si el volumen de circulación disminuye al 50% o menos de los volúmenes mínimos especificados durante un lapso de cuatro horas consecutivas o más, es conveniente que las operaciones normales de los semáforos se sustituyan por operaciones de destello o intermitentes, las cuales se deben restringir a no más de tres períodos diferentes durante el día.

a) Volumen mínimo de vehículos (condición A)

La condición de volumen mínimo de vehículos se entiende que es para ser aplicada donde el volumen de tránsito intersectante es la razón principal para considerar la instalación de un semáforo.

La condición se cumple cuando en la calle principal y en los accesos de mayor flujo de la calle secundaria existen los volúmenes mínimos indicados en la tabla 113.2 en cada una de las ocho horas de un día representativo.

TABLA 113.2 CONDICIÓN A: VOLUMEN MÍNIMO DE VEHÍCULOS

NÚMERO DE CARRILES DE CIRCULACIÓN POR ACCESO		VEHÍCULOS POR HORA EN LA CALLE PRINCIPAL (Total en ambos accesos)	VEHÍCULOS POR HORA EN EL ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA CALLE SECUNDARIA (Un solo sentido)
CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA		
1	1	500	150
2 ó más	1	600	150
2 ó más	2 ó más	600	200
1	2 ó más	500	200

Los volúmenes de tránsito de vehículos para las calles principal y secundaria corresponden a las mismas ocho horas. El sentido de circulación del tránsito de mayor volumen en la calle secundaria puede ser por un acceso durante algunas horas y por la aproximación opuesta durante las horas restantes.

Si la velocidad que comprende el 85% del tránsito en la calle principal excede de 60 kilómetros por hora, o si la intersección queda dentro de la zona urbana de una población aislada de 10.000 habitantes o menos, el requisito de volumen se reduce al 70% del indicado en la tabla.

b) Interrupción al tránsito continuo (condición B)

La condición de interrupción del tránsito continuo se entiende que es para ser aplicada donde las condiciones de operación de una calle sean tales, que el tránsito de la calle secundaria sufra un retardo o riesgo indebido al entrar en la calle principal o al cruzarla.

Este requisito se satisface cuando, durante cada una de las ocho horas de un día representativo, en la calle principal y en la aproximación de mayor volumen de la calle secundaria, se tienen los volúmenes mínimos indicados en la tabla 113.3 y si la instalación de semáforos no trastorna la circulación progresiva del tránsito.

TABLA 113.3 CONDICIÓN B: INTERRUPCIÓN DEL TRÁNSITO CONTINUO

NÚMERO DE CARRILES DE CIRCULACIÓN POR ACCESO		VEHÍCULOS POR HORA EN LA CALLE PRINCIPAL (Total en ambos accesos)	VEHÍCULOS POR HORA EN EL ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA CALLE SECUNDARIA (Un solo sentido)
CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA		
1	1	750	75
2 ó más	1	900	75
2 ó más	2 ó más	900	100
1	2 ó más	750	100

Los volúmenes en las calles principal y secundaria corresponden a las mismas ocho horas. Durante esas ocho horas, el sentido de circulación del volumen mayor de la calle secundaria puede ser hacia una dirección durante algunas horas y hacia la otra durante las demás.

Si la velocidad dentro de la cual está comprendido el 85% del tránsito de la calle principal excede a 60 kilómetros por hora, o si la intersección queda dentro de la zona urbana de una población con 10.000 habitantes o menos, el requisito de interrupción de tránsito continuo se reduce al 70% de los volúmenes indicados en la tabla 113.3.

c) Volumen mínimo de peatones (condición C)

Se satisface esta condición si durante un día representativo en la calle principal se verifican los siguientes volúmenes de tránsito, para un período de dos horas:

- i. Si entran 1200 o más vehículos en la intersección (total para ambos accesos), o si 1.600 o más vehículos entran a la intersección en la calle principal, cuando existe separador central con ancho mínimo de 1,20m.
- ii. Si durante el mismo período pico, cruzan 250 o más peatones en el cruce de mayor volumen correspondiente a la calle principal.

Cuando la velocidad que comprende el 85% de vehículos exceda de 60 kilómetros por hora, o si la intersección está en zona urbana de una población con 10.000 habitantes o menos, el requisito de volumen mínimo de peatones se reduce al 70% de los valores indicados, en reconocimiento de las diferencias en la naturaleza y características de operación del tránsito en medios urbanos y rurales de municipios pequeños.

Un semáforo instalado bajo la anterior condición en una intersección aislada, debe ser del tipo semi activado por el tránsito con botones operados por los peatones que cruzan la calle principal.

En conexión con semáforos para el control del tránsito instalados en cruces escolares, queda entendido que un semáforo no es el único remedio ni necesariamente la solución correcta del problema complejo de los conflictos del tránsito entre los vehículos y los escolares.

Los períodos cortos durante los cuales los riesgos son inusualmente altos, con frecuencia son mejor dirigidos mediante el control de un agente de tránsito o patrullas escolares.

En algunas circunstancias, los alumnos responden a las indicaciones del semáforo en forma tan inadecuada que el semáforo puede convertirse en un factor que contribuya a aumentar los accidentes en vez de disminuirlos. La reacción ante el control de un agente de tránsito o las patrullas escolares usualmente es menos incierta.

Por consiguiente, se considera que los semáforos para el control del tránsito ordinariamente no deben ser instalados en cruces escolares donde puedan ser usados con efectividad patrulleros escolares, donde los estudiantes pueden ser dirigidos a cruzar en lugares que ya están controlados por semáforos y agentes de tránsito o donde las islas de refugio de peatones provean de una protección adecuada.

Los hechos completos deben ser recopilados y estudiados por autoridades de ingeniería de tránsito competentes antes de tomar decisiones sobre la instalación de semáforos cerca de las zonas escolares. Como resultado de estos estudios y en consideración a los métodos de control anteriormente enumerados, los semáforos pueden justificarse sí:

- Los volúmenes de peatones en un cruce escolar determinado en la calle principal exceden de 250peatones por hora, durante dos horas.
- Durante cada una de las mismas dos horas el tránsito de vehículos por el cruce escolar en cuestión excede de 1.600 vehículos.
- No hay semáforo a menos de 300 metros del cruce.

Los semáforos en cruces de peatones instalados bajo estas condiciones deben ser del tipo activado por los peatones.

d) Movimiento o circulación progresiva (condición D)

El control del movimiento progresivo a veces demanda la instalación de semáforos en intersecciones donde en otras condiciones no serían necesarios, con el objeto de regular eficientemente las velocidades de grupos compactos de vehículos.

Se satisface el requisito correspondiente a movimiento progresivo en los dos siguientes casos:

- En calles con circulación en un solo sentido o en calles en las que prevalece la circulación en un solo sentido y en las que los semáforos adyacentes están demasiado distantes para conservar el agrupamiento compacto y las velocidades deseadas de los vehículos.
- En las calles de doble sentido de circulación, cuando los semáforos adyacentes no proveen el adecuado agrupamiento de vehículos ni el control de la velocidad y el semáforo propuesto junto con los adyacentes pueden conformar un sistema progresivo de semáforos.

Un semáforo instalado atendiendo este requisito debe basarse en la velocidad que comprende el 85% del tránsito, a menos que un estudio del caso específico indique otra situación. En ningún caso debe considerarse la instalación de un semáforo de acuerdo a este requisito, si la separación entre semáforos resultase ser inferior a 300 metros.

e) Antecedentes y experiencia sobre accidentes (condición E)

La opinión general de que los semáforos reducen considerablemente el número de accidentes, rara vez se comprueba en la práctica. En algunos casos, ocurren más accidentes después de instalar los semáforos que antes de su instalación. Por lo tanto, si ninguno de los requisitos, exceptuando el relativo a los accidentes se satisface, debe suponerse que no será necesario instalar el semáforo.

Los semáforos no deben instalarse con base en un solo accidente espectacular ni con base en demandas irrazonables o predicciones de accidentes que pudieran ocurrir.

Los requisitos relativos a los antecedentes sobre accidentes se satisfacen sí:

- Una prueba adecuada de que otros procedimientos menos restrictivos, que se han experimentado en otros casos satisfactoriamente, no han reducido la frecuencia de los accidentes.
- Ocurrieron cinco o más accidentes en los últimos doce meses, cuyo tipo sea susceptible de corregirse con semáforos y en los que hubo heridos o daños a la propiedad con valor mayor a treinta veces el salario mínimo mensual legal vigente en el país.
- Existe un volumen de tránsito de vehículos y peatones no menor del 80% de los requerimientos especificados en la condición de volumen mínimo de vehículos, en la condición de interrupción del tránsito continuo o en la condición de volumen mínimo de peatones.
- La instalación no interrumpe considerablemente el flujo progresivo del tránsito.

Cualquier semáforo instalado bajo la condición de experiencia de accidentes debe ser semi-activado por el tránsito, con dispositivos que provean una coordinación apropiada, si es instalado en una intersección dentro de un sistema coordinado, y normalmente debe ser totalmente activado por el tránsito si es instalado en una intersección aislada.

Un semáforo para el control del tránsito, cuando es obedecido por conductores y peatones, puede esperarse que elimine o reduzca materialmente el número y gravedad de los siguientes tipos de accidentes:

- Aquellos que impliquen substancialmente conflictos o colisiones en ángulo recto, como los que ocurren entre vehículos en calles que se interceptan.
- Aquellos que impliquen conflictos entre vehículos que se mueven en línea recta y cruces de peatones.
- Aquellos entre vehículos que se mueven en línea recta y vehículos que cruzan a la izquierda viniendo en direcciones opuestas, si se otorga un intervalo de tiempo independiente durante el ciclo del semáforo para el movimiento de cruce a la izquierda.
- Aquellos que impliquen velocidad excesiva, en casos donde la coordinación del semáforo restrinja la velocidad hasta un valor razonable.

Por otra parte, no puede esperarse que los semáforos reduzcan los siguientes tipos de accidentes:

- Colisiones por la parte trasera, que con frecuencia aumentan después de la instalación de los semáforos.
- Colisiones de vehículos en la misma dirección o en direcciones opuestas, uno de los cuales efectúa un cruce a través de la trayectoria del otro, particularmente si no se provee un intervalo independiente para esos movimientos de cruce.
- Accidentes que impliquen a peatones y vehículos que efectúan cruces, cuando ambos se mueven durante el mismo intervalo.
- Otros tipos de accidentes a peatones, si los peatones o conductores no obedecen las señales.

f) Combinación de las condiciones anteriores (condición F)

Cuando ninguno de los requisitos anteriores se cumplen en un 100%, pero dos o más se satisfacen en un 80% del valor indicado para cada uno de ellos, se puede considerar justificada la instalación de semáforos.

Las decisiones en estos casos excepcionales deben apoyarse en un análisis completo de todos los factores que intervienen, debiendo estudiarse la conveniencia de emplear otros métodos que ocasionen menos demoras al tránsito.

Una prueba adecuada de otras medidas correctivas que causen menos demora e inconvenientes al tránsito debe preceder a la instalación de semáforos bajo esta condición.

113.14.2 PROGRAMACIÓN O SINCRONIZACIÓN DE SEMÁFOROS

La finalidad de un sistema de semáforos sólo se cumple si es operado de una manera consistente y se acondiciona a las necesidades y requerimientos del tránsito. Los ciclos excesivamente largos y la división impropia de los mismos ocasionan faltas de respeto y desobediencia a las indicaciones de los semáforos.

Una de las mayores dificultades en la sincronización de semáforos proviene de la necesidad de dar cabida a dos o tres patrones de volumen radicalmente diferentes a varias horas, durante el período de operación.

Cualquier plan de tiempos que se programe se confrontará con la información de conteos de tránsito, para tener la seguridad de que los cambios de los volúmenes de tránsito en las vías se regulen lo mejor posible.

Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta para programar el tiempo de los semáforos en una intersección son:

- Flujo de saturación.
- Número de carriles de tránsito y demás condiciones físicas y geométricas.
- Variaciones del flujo del tránsito para cada movimiento direccional.
- Necesidades de los vehículos comerciales y de transporte público.
- Período, en segundos, entre el paso de dos vehículos consecutivos que salen de la intersección.
- Necesidades de los peatones.
- Necesidad de desalojar la intersección por parte de los vehículos y los peatones al cambiar las indicaciones.
- Velocidad de despeje y entrada de los vehículos, bicicletas y peatones en función del movimiento.
- Movimientos de giro.

La sincronización de los semáforos puede considerarse completa cuando comprende una serie de intersecciones con semáforos que tienen que ser operados para proporcionar el movimiento continuo de grupos de vehículos. Existen programas de computación para estos fines.

113.14.3 DIVISIÓN DEL TIEMPO TOTAL DEL CICLO

Es importante asignar a las diversas calles de una intersección el tiempo que corresponde a la señal de la luz verde según las demandas del tránsito. El método que se describe a continuación ha dado resultados satisfactorios.

Si los espaciamientos entre vehículos que salen de la intersección, medidos en tiempo durante la hora de máxima demanda de tránsito, son aproximadamente iguales en los carriles críticos de las calles que se interceptan, la repartición del ciclo con indicaciones de luz verde será más o menos correcta cuando los lapsos correspondientes a cada calle se hacen directamente proporcionales a los volúmenes de tránsito en los carriles críticos.

Si durante la hora de máxima demanda existe una diferencia notable en los espaciamientos medidos en tiempo, entre los vehículos de los dos carriles críticos, debida, por ejemplo, a la presencia de camiones, buses y busetas en sólo uno de dichos carriles, la división del ciclo con indicaciones de luz verde será aproximadamente correcta si los lapsos parciales se hacen proporcionales a los productos de volúmenes por espaciamientos en los carriles críticos de las calles que se cruzan.

Como ejemplo, supongamos que se ha escogido un ciclo de 60 segundos y que el tiempo necesario para que los vehículos desalojen la intersección inmediatamente después de la indicación de luz verde es de 5 segundos en cada calle, esto deja un total de 50 segundos de luz verde a dividirse entre las dos calles.

Supongamos que los volúmenes V_a y V_b en los carriles críticos durante la hora de máxima demanda de tránsito en las calles A y B son de 400 y 250 vehículos, respectivamente. En el primer caso, supongamos que el espaciamiento entre vehículos para cada una de las calles es el mismo. Los tiempos aproximados T_a y T_b correspondientes a la indicación de luz verde para las calles A y B, se obtienen como sigue:

$$\frac{T_a}{T_b} = \frac{400}{250}$$

y $T_a + T_b = 50$ segundos (tiempo total de la luz verde).

$$\frac{T_a}{50 - T_a} = \frac{400}{250}$$

, entonces $T_a = 31$ segundos y $T_b = 50 - 31$ segundos = 19 segundos.

En el segundo caso, supongamos que el espaciamiento entre vehículos al arrancar en la calle A (E_a) es de 3 segundos y el espaciamiento (E_b) en la calle B es de 5 segundos. La diferencia en espaciamiento se podría deber a un alto porcentaje de camiones en el carril crítico de la calle B. La división de los tiempos con indicaciones de luz verde se obtiene, en forma aproximada, como sigue:

$$\frac{T_a}{T_b} = \frac{T_a \times E_a}{T_b \times E_b} = \frac{400 \times 3}{250 \times 5}$$

$$\frac{T_a}{50 - T_a} = \frac{400 \times 3}{250 \times 5}$$

$T_a = 24$ segundos y $T_b = 50 - 24 = 26$ segundos.

Se debe insistir en que cálculos tan elementales como los anteriores únicamente son un medio aproximado para determinar el tiempo que corresponde a cada calle.

Otras consideraciones, tales como el tiempo necesario para cruces de peatones y las condiciones geométricas de la intersección, también afectan las amplitudes de los ciclos de semáforos. Después de la elección inicial de la duración del ciclo y del programa de tiempos, se efectuarán revisiones y estudios del semáforo en funcionamiento, para obtener el programa más adecuado.

Como regla general, ningún lapso de luz verde será menor que el tiempo necesario para que el grupo de transeúntes que espera el cambio de indicaciones pueda cruzar, excepto cuando se dispone de un intervalo especial para peatones. Los experimentos con tiempos de semáforos, en cuanto se refiere a circulación de vehículos, han demostrado que se puede alcanzar una excelente eficacia bajo ciertas condiciones de máxima demanda de tránsito con lapsos de luz verde tan breves como de 15 segundos; sin embargo, normalmente deben ser algo mayores para permitir a los peatones cruzar la calle con seguridad.

Cuando el tiempo para cruce de peatones coincide con el período de luz verde, éste debe ser lo suficientemente prolongado para que se disponga de no menos de 5 segundos en los que se indica a los peatones que pueden empezar a cruzar y lo suficientemente largo para permitir, a los que ya empezaron a cruzar, llegar hasta una zona de seguridad. Por ejemplo, si se requieren 14 segundos para que los peatones crucen la calle o lleguen a una zona de seguridad y el intervalo para el despeje de vehículos(amarillo) es de 3 segundos, el intervalo total en luz verde debe ser, como mínimo de $5 + 14 - 3 = 16$ segundos.

113.14.4 COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS DE TIEMPO FIJO O PREDETERMINADO

En general, todos los semáforos de tiempo fijo o predeterminado separados entre sí hasta 1.000 m, que controlan el mismo tránsito en una vía principal o en una red de intersecciones de rutas preferenciales deben operar coordinadamente.

Aún a distancias mayores, la coordinación puede ser recomendable bajo ciertas circunstancias. Se recomienda el empleo de controles interconectados. Sin embargo, la coordinación no podrá mantenerse en las fronteras de sistemas de semáforos que operan en diferentes ciclos, por lo que en un corredor coordinado se deben tener ciclos iguales o ciclos equivalentes (90 - 45, 120 - 60).

La coordinación debe incluir tanto semáforos accionados como no accionados o pre-sincronizados siempre y cuando se ubiquen a distancias apropiadas.

Grandes inconvenientes y demora son el resultado de la operación independiente, no interrelacionada de instalaciones de semáforos estrechamente adyacentes que operan con control pre-sincronizado. La mayor parte de este retardo puede eliminarse mediante una coordinación planificada cuidadosamente. Debe tenerse en cuenta la velocidad de operación y su afectación por agentes exógenos (pavimento, vendedores).

113.14.5 TIPOS DE COORDINACIÓN

La clasificación más útil de los sistemas de control de semáforos está basada en el método de coordinación. Puesto que el propósito de esta coordinación es organizar y dar fluidez al tránsito, es esencial entender de qué manera operará la corriente vehicular según los diversos sistemas. Según esto, existen cuatro tipos de sincronización de semáforos no accionados o pre-sincronizados: Sistema simultáneo, sistema alterno, sistema progresivo limitado y sistema progresivo flexible.

a) Sistema simultáneo.

En un sistema simultáneo todos los semáforos muestran la misma indicación a lo largo de la vía aproximadamente al mismo tiempo.

Este es uno de los primeros tipos de sistemas de semáforos importantes en la práctica moderna.

En todas las intersecciones, la sincronización esencialmente es la misma y las indicaciones cambian simultáneamente o casi al mismo tiempo, de manera que todos los semáforos

indiquen luz verde en la dirección de la calle principal y luz roja en todas las caras que den a las calles secundarias, cambiando alternadamente.

Si únicamente se trata de coordinar hasta cinco intersecciones muy próximas entre sí, deberá emplearse este sistema, dejando un tiempo de luz verde suficiente en la calle principal para permitir que pase una proporción mayor de la circulación y despeje de las intersecciones.

Cuando la intensidad del tránsito es alta, el sistema simultáneo puede dar buenos resultados. Cuando el volumen de tránsito es bajo este sistema no es recomendable, debido a que se propician altas velocidades entre tiempos de luz verde y la velocidad media resulta baja debido a la detención simultánea de todo el tránsito a lo largo de la vía, que impide el movimiento continuo.

Igualmente, la proporción de longitud de ciclo e intervalo usualmente es controlada por los requerimientos de una o dos intersecciones principales del sistema. Esto puede causar grandes deficiencias en las intersecciones restantes.

b) Sistema alterno

En el sistema alterno los semáforos adyacentes o grupos de semáforos adyacentes muestran indicaciones alternas a lo largo de una ruta determinada. En el sistema alterno sencillo, los semáforos adyacentes muestran indicaciones contrarias u opuestas. Los sistemas alternos dobles y triples consisten en un grupo de dos o tres semáforos que respectivamente muestran indicaciones contrarias.

El sistema alterno usualmente es un mejoramiento del sistema simultáneo en el sentido de que a través de una serie de intersecciones controladas de esta manera puede haber, bajo condiciones favorables, un movimiento continuo de grupos de vehículos a una velocidad predeterminada, siendo esto sumamente eficiente donde las longitudes de las cuadras, o de los grupos alternados de cuadras, son iguales.

En estos sistemas se deja un desfase de medio ciclo entre grupos de intersecciones adyacentes, el sistema alterno puede ser operado con un solo control, aunque es recomendable el uso de controles locales para una mayor flexibilidad en la operación.

c) Sistema progresivo limitado

En el sistema progresivo limitado se fija una duración común a los ciclos y las indicaciones de luz verde son independientes, de acuerdo con las exigencias de cada intersección y de conformidad con un programa de tiempos para permitir circulación continua o casi continua de grupos de vehículos que circulan a la velocidad de proyecto.

La supervisión de un sistema progresivo limitado se hace mediante un controlador maestro a través de interconexión de cables o por medio de señales transmitidas por ondas. Puede utilizarse para mantener relaciones de sincronización (desfase) apropiadas entre semáforos, o pueden emplearse controladores impulsados por motores sincrónicos operados por una fuente común o sincronizada eléctricamente sin interconexión o supervisión remota mediante un control maestro. Pero las fallas de energía, los descensos bruscos del voltaje y las variaciones de temperatura pueden causar que los controladores individuales se salgan de su ritmo e interrumpan el movimiento planificado de los vehículos.

Para asegurar una operación satisfactoria es necesaria una inspección periódica de estos sistemas. Los indicadores de fallas de potencia visuales aceleran la detección de los controladores que no estén funcionando dentro de la programación deseada.

d) Sistema progresivo flexible

El sistema progresivo flexible abarca todas las características del sistema progresivo limitado y tiene una serie de características adicionales que dependen del tipo de controlador de la intersección, del control maestro y de otros accesorios. Se usa un ciclo común en todo el sistema. No obstante, la duración del ciclo se puede variar con la frecuencia que se desee, en función del día de la semana y/o la hora del día.

Mediante el uso de controles en intersecciones con carátulas múltiples, es posible establecer varios programas para la división del ciclo y cambiar los desfases con la frecuencia deseada. Se pueden establecer programas de tiempo predeterminados en los controles múltiples, favoreciendo o dando preferencia a las circulaciones de máxima demanda durante el día o la semana, demandas fuera de la hora pico y otras condiciones del tránsito. Con esta flexibilidad es posible dar servicio eficaz a demandas variables del tránsito en cada intersección dentro del sistema.

Los motores sincrónicos operados desde una fuente de energía de frecuencia variable pueden proporcionar varias longitudes de ciclo diferentes y el número de programaciones posibles pueda expandirse adecuadamente.

En un sistema progresivo es necesario conocer las demandas de tránsito para poder seleccionar los programas de tiempo y coordinación apropiados. Las mediciones de intensidades de tránsito y de velocidad son esenciales para determinar correctamente las duraciones de ciclos, sus divisiones y desfases. Con objeto de obtener la máxima flexibilidad, los aforos de tránsito deben efectuarse frecuentemente.

La velocidad o las velocidades para las que se diseña un sistema progresivo flexible deben concordar con las que desarrolla el tránsito si se suprimen paradas para permitir circulaciones transversales y pasos de peatones. Después de que la corriente vehicular se haya adaptado al sistema progresivo, es posible aumentar la velocidad sin perjuicio de la seguridad.

Los sistemas progresivos en arterias urbanas se regulan para velocidades que varían desde 30 hasta 60 kilómetros por hora. Debe darse atención a la relación de las velocidades de proyecto de los sistemas de semáforos y las velocidades legalmente permitidas.

En general, un sistema progresivo flexible diseñado y operado adecuadamente, es el sistema pre sincronizado que mejor se adapta al movimiento eficiente del tránsito. Sus ventajas incluyen las siguientes:

- Con una capacidad de vías adecuadas y un espaciamiento favorable entre semáforos, el movimiento continuo de grupos enteros de vehículos es posible con un mínimo de retardo y a una velocidad promedio planificada para el sistema.
- Un alto grado de eficiencia resulta al proporcionar períodos de verde para ajustarse a los requerimientos del tránsito en cada intersección.
- Se estimulan velocidades más uniformes.

- Se adapta mejor a las diferencias en las longitudes de las cuadras que otros sistemas pre sincronizado.

113.14.6 CONDICIONES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE SEMÁFOROS

Ciertas condiciones reducen considerablemente la eficiencia de los sistemas de semáforos, aún la de los mejores sistemas progresivos flexibles. Entre éstas están:

- a) Los ciclos demasiado cortos pueden ocasionar cortes repetidos de la ola verde.
- b) Si es de uno o doble sentido.
- c) Espaciamiento muy corto entre semáforos (esta condición particular no afecta al sistema simultáneo).
- d) Capacidad de vías inadecuada e interferencias causadas por el estacionamiento y las operaciones de cargue y descargue.
- e) El tránsito compuesto de unidades que se desplazan a velocidades que difieren ampliamente, tales como tranvías, buses, busetas, microbuses y camiones, especialmente en calles estrechas.
- f) Ciertos tipos de intersecciones complicadas, tales como las que requieren tres o más fases por ciclo o la variabilidad del número de fases en las intersecciones del corredor semaforizado.
- g) Grandes volúmenes de vehículos que entran o salen de la arteria, especialmente si la calle hacia la que cruzan es corta o de capacidad limitada de otra índole.
- h) Intervalos exclusivos para peatones.
- i) Diferentes distancias entre más de dos intersecciones

113.14.7 RECOMENDACIONES

Para obtener una mayor eficiencia de las instalaciones de semáforos, se hacen las siguientes recomendaciones:

- a) No emplear intervalos muy breves entre indicaciones.
- b) Proporcionar la capacidad adecuada a la calle y evitar la interferencia con maniobras de estacionamientos, cargue y descargue.
- c) Evitar las corrientes de tránsito compuestas por vehículos con velocidades demasiado variables, como tranvías, buses, busetas, microbuses, camiones comerciales y automóviles de pasajeros, especialmente en calles angostas.
- d) Mantener el mismo número de fases a lo largo del corredor semaforizado.
- e) Simplificar los movimientos en ciertos tipos de intersecciones complicadas que demandan tres o más fases por ciclo.
- f) Si las velocidades proyectadas de un sistema de semáforos son bastante inferiores a las velocidades máximas permitidas, se deben instalar señales reglamentarias (R-08) que reglamenten la velocidad a los conductores. Las señales se colocarán lo más cerca posible de los semáforos y a intervalos necesarios para cumplir su objetivo.
- g) Cuando los semáforos estén funcionando, y más si es dentro de una red sincronizada, ningún otro elemento debe regular el tránsito, incluyendo el policía de tránsito, ni debe impartir indicaciones de circulación, máxime si éstas son contrarias a las impartidas por los semáforos

113.15 SEMÁFOROS ACCIONADOS POR EL TRÁNSITO

Un semáforo accionado por el tránsito es un sistema cuyo funcionamiento varía de acuerdo con las demandas del tránsito que registren los detectores de vehículos o peatones, los cuales suministran la información a un control local.

Se usarán en las intersecciones donde los volúmenes de tránsito fluctúan considerablemente en forma irregular y donde las interrupciones de la circulación deben ser mínimas en la dirección principal.

Los semáforos accionados por el tránsito se clasifican en tres categorías generales:

- a) **Semáforos totalmente accionados:** Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en todos los accesos de la intersección.
- b) **Semáforos parcialmente accionados:** Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más accesos de la intersección, pero no en todos.
- c) **Semáforos ajustados al tránsito:** Es un tipo de semáforo en el cual las características del despliegue de señales en los controladores locales para un área o para una calle, varían continuamente de acuerdo con la información sobre el flujo del tránsito suministrada a un computador maestro por detectores de muestreo ubicados en puntos de flujo típico en el área.

Para cada categoría hay diferentes sistemas de controles con distintas aplicaciones. Si de acuerdo con los requisitos correspondientes se justifica instalar semáforos no accionados, también se debe analizar la conveniencia de emplear semáforos accionados por el tránsito. Sin embargo, como los semáforos accionados por el tránsito son más flexibles para fluctuaciones rápidas y normalmente no ocasionan demoras innecesarias, no es aconsejable fijar valores mínimos para su instalación.

Algunos factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes: Volumen vehicular, circulación transversal o tránsito cruzado, volúmenes en horas de máxima demanda, circulación de peatones, antecedentes sobre accidentes, fluctuaciones del tránsito, intersecciones complicadas, sistemas progresivos de semáforos, zonas de circulación en un solo sentido, cruce de peatones fuera de la intersección.

1) Volumen vehicular

En las intersecciones donde el volumen de tránsito de vehículos no sea suficientemente intenso para justificar la instalación de semáforos pre-sincronizados, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito, si hay otras condiciones que justifiquen la necesidad de su instalación.

2) Circulación transversal o tránsito cruzado

Cuando el volumen de tránsito en la calle principal es tan intenso que restringe y provoca conflictos a la circulación transversal o tránsito cruzado de vehículos y de peatones, se deben instalar semáforos accionados por el tránsito para permitir el paso a la circulación secundaria.

No obstante, el tránsito de la calle principal puede ser interrumpido indebidamente e innecesariamente, si el tránsito de la calle secundaria es suficientemente intenso para exigir

el derecho de paso a intervalos frecuentes. En estos casos, se hace necesario limitar los tiempos correspondientes a la indicación de la luz verde para el flujo transversal proveniente de la calle secundaria.

3) Volúmenes en horas de máxima demanda

Cuando se requieran semáforos en una intersección exclusivamente durante las horas de máxima demanda, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito, si se justifican económicamente, puesto que en otras horas no ocasionan demoras inconvenientes.

4) Circulación de peatones

Cuando únicamente se tienen las condiciones de volúmenes mínimos de peatones, especificados para semáforos pre-sincronizados, pueden ser preferibles los semáforos accionados por el tránsito, ya que únicamente detendrán la circulación y demorarán los movimientos de vehículos cuando crucen peatones.

5) Antecedentes sobre accidentes

Cuando sólo se satisface el requisito mínimo relativo a antecedentes sobre accidentes, especificado para semáforos pre-sincronizados, se debe tomar en consideración la posibilidad de instalar semáforos accionados por el tránsito, ya que pueden reducir las paradas y demoras que comúnmente están asociadas con los accidentes después de la instalación. Los semáforos actuados por el tránsito pueden estar justificados económicamente en lugares donde la experiencia de accidentes sea menor que la que justifican los semáforos pre-sincronizados, pero debe hacerse un análisis cuidadoso para asegurar resultados efectivos.

6) Fluctuaciones del tránsito entre las calles

En los casos en que los volúmenes relativos de tránsito en las calles entrantes o concurrentes varíen ampliamente en una intersección donde se justifiquen semáforos no accionados por el tránsito o pre sincronizados, el semáforo totalmente accionado por el tránsito da usualmente la mayor eficiencia en la operación de la intersección.

7) Intersecciones complicadas (operación forzada-nivel de servicio elevado)

Cuando se justifique instalar semáforos en intersecciones complicadas que requieran varias fases, se debe estudiar la conveniencia de usar semáforos accionados por el tránsito. En estos casos, además de las ventajas usuales se puede eliminar una fase cuando no haya tránsito que la demande.

8) Sistemas progresivos de semáforos

Cuando los espaciamientos y otras características de una intersección dentro de un sistema de semáforos pre-sincronizados sean tales que no se pueda lograr la sincronización progresiva, puede resultar más ventajoso el empleo de semáforos accionados por el tránsito.

9) Zonas con circulación en un solo sentido

En tramos de una calle de doble circulación, en los que el tránsito sólo puede desplazarse en un sentido, en un tiempo determinado, como en puentes y túneles angostos o en tramos de

vías en construcción, los semáforos accionados por el tránsito pueden emplearse eficazmente.

10) Cruce de peatones fuera de la intersección

Los cruces de peatones concentrados en escuelas u otros cruces importantes de peatones, donde las intersecciones se encuentren a una distancia considerable, pueden justificar los semáforos actuados por los peatones.

Si de acuerdo con algunos requisitos anteriores, se ha decidido instalar un semáforo accionado por el tránsito, se elegirá necesariamente el tipo de mecanismo de control que debe emplearse. Las elecciones posibles incluyen las siguientes:

- Control parcialmente accionado por el tránsito.
- Control totalmente accionado por el tránsito.
- Control adaptable al tránsito.
- Otros controles coordinados.

El uso y descripción de cada uno de estos controles se establecen en el acápite 113.18. Puesto que los semáforos accionados por el tránsito, cuando están bien ajustados, funcionan eficazmente durante períodos de escaso tránsito y sólo ocasionan el mínimo de demoras, en forma normal funcionarán continuamente como dispositivos para dar indicaciones de luz roja y luz verde, como dispositivos de PARE y SIGA. Sin embargo, también se pueden emplear en operaciones de destello intermitentes en circunstancias especiales, como:

- Durante daños, reparaciones y trabajos de mantenimiento.
- En combinación con semáforos pre-sincronizados que estén funcionando con operación de destello en las cercanías.
- Cuando reciban accionamientos con prioridad de semáforos de pasos de ferrocarril a nivel.

113.16 SEMÁFOROS PARA PASOS PEATONALES

113.16.1 ASPECTOS GENERALES

Los semáforos para peatones son señales de tránsito instaladas con el propósito exclusivo de dirigir el tránsito de peatones en intersecciones semaforizadas.

Los semáforos para pasos peatonales se dividirán de la siguiente manera:

- a) En zonas de alto volumen peatonal.
- b) En zonas escolares

Para la instalación de este tipo de semáforos, será necesario obtener los datos a través de estudios de ingeniería de tránsito; fundamentalmente el volumen de tránsito, el movimiento de peatones y la velocidad del punto.

113.16.2 SEMÁFOROS EN ZONAS DE ALTO VOLUMEN PEATONAL

Comúnmente llamados semáforos para peatones, son los que regulan el tránsito de peatones en intersecciones donde se registra un alto volumen peatonal y se deben instalar en coordinación con semáforos para vehículos.

Los semáforos para peatones se deben instalar cuando se satisfagan uno o más de los requisitos que a continuación se indican:

- Cuando el semáforo para el control del tránsito de vehículos se encuentra instalado bajo una condición de volumen peatonal.
- Cuando un intervalo o fase exclusiva es proporcionada para el movimiento peatonal en una o más direcciones, estando detenidos todos los movimientos conflictivos de vehículos.
- Cuando cualquier volumen de flujo peatonal requiere el uso de un intervalo libre para ellos con el fin de reducir al mínimo la interferencia entre vehículos y peatones, o cuando es necesario ayudar a los peatones para que puedan cruzar la calle con toda seguridad.
- Cuando los peatones cruzan una parte de la calle desde una zona de seguridad o hacia ella durante un cierto intervalo en el que no les está permitido cruzar en otra parte de la calle durante ese intervalo.
- Cuando la circulación de vehículos pesados que dan vuelta, demanda una fase semi-exclusiva para protección de los peatones.

- Cuando la intersección es demasiado amplia o complicada o cuando una calle es tan ancha que los semáforos para vehículos no servirían adecuadamente a los peatones.
- Cuando el intervalo mínimo de luz verde para vehículos en intersecciones con controles accionados por el tránsito, es menor que el tiempo para cruce de peatones y se provee equipo para extender el tiempo verde de vehículos con actuación por los peatones.
- Cuando, al incrementar los intervalos del ciclo por medio del control maestro, pudieran confundirse los peatones al guiarse exclusivamente por los semáforos para vehículos.
- Cuando el movimiento de peatones es permitido en un lado de una intersección mientras se detiene el tránsito continuo para proteger los movimientos de giro de otros vehículos, en el otro lado de la intersección.

Las lentes de los semáforos para peatones deben ser de color rojo y verde.

La interpretación de las indicaciones de los semáforos para peatones será la siguiente:

- La indicación PARE iluminada en color rojo quiere decir que el peatón no deberá atravesar la calle en dirección a la señal, mientras ésta se encuentra encendida.
- La indicación PASE iluminada en color verde significa que los peatones que se encuentran frente al semáforo pueden cruzar la calle en dirección del mismo.

De otra parte, se considera fundamental suministrar señales acústicas para los peatones invidentes que les indiquen que disponen de un cruce peatonal controlado con semáforo.

Será necesario que exista una cara para cada sentido de circulación de los peatones.

Los semáforos para peatones se instalarán generalmente en la acera opuesta, con su parte inferior a no menos de dos metros cero cinco centímetros (2,05 m), ni más de 3 metros, sobre el nivel de la acera, de tal manera que la indicación quede en la visual del peatón que tiene que ser guiado por

dicha señal. Las zonas destinadas para el paso de peatones deben proveer una rampa para ser utilizada por las personas discapacitadas, las cuales se desplazan utilizando sillas de ruedas u otros elementos.

Cada semáforo para peatones puede montarse separadamente o en el mismo soporte de los semáforos para el control del tránsito de los vehículos, debiendo existir una separación física entre ellos.

La cara del semáforo deberá colocarse en posición vertical y normal con respecto a la circulación de los peatones.

Todas las lentes de los semáforos para peatones y ciclistas pueden ser de forma circular o cuadrada, tal como lo muestra la figura 113.16.

Los lentes de forma circular deberán ser de 20 ó 30 cm de diámetro. En cuanto a las de forma cuadrada, sus dimensiones serán generalmente de 20 ó 30 cm por lado.

Será indispensable que cada cara de los semáforos para peatones lleve dos lentes con las inscripciones respectivas y dispuestas verticalmente, quedando la señal de PARE en la parte superior y la señal de PASE en la parte inferior.

Las lentes deberán llevar inscrito el mensaje por medio de símbolos en fondo oscuro, que representarán una persona que está caminando cuando se le da el paso (PASE), y una persona parada, cuando se le prohíbe el paso (PARE). Los símbolos deberán estar iluminados con color rojo para la indicación de PARE y verde para la indicación de PASE.

En los cruces para peatones, donde la distancia por recorrer sea mayor de 18 metros, el símbolo tendrá por lo menos una altura de 23 cm, tal como se ilustra en la figura 113.17.

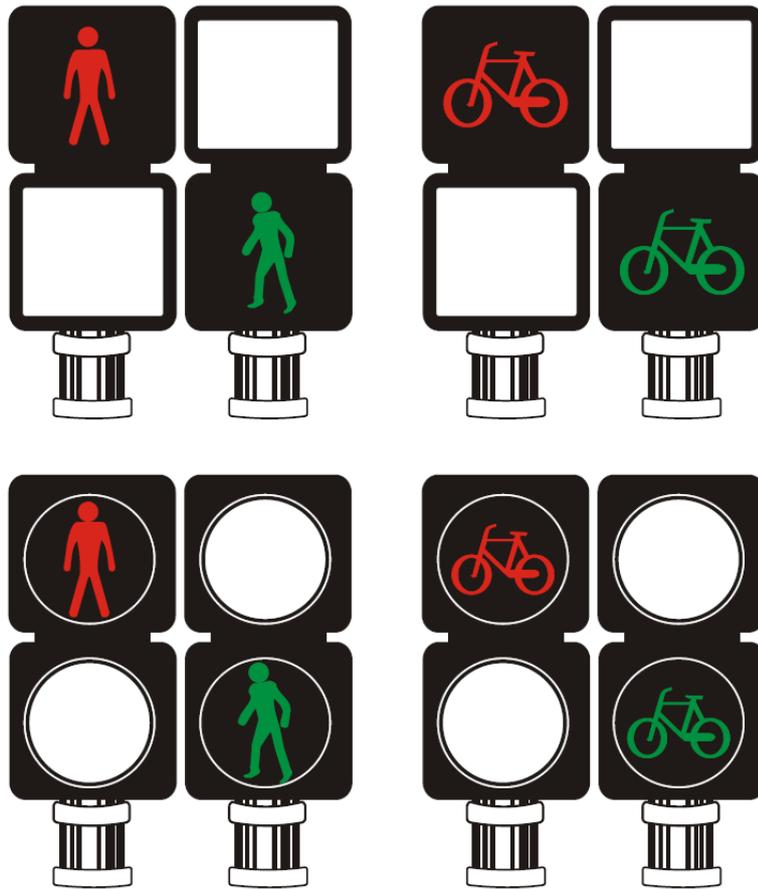


FIGURA 113.16 SEMÁFOROS PARA PEATONES

a) PASE.

Mientras la indicación de PASE está iluminada, los peatones frente a la señal pueden cruzar la calzada en dirección a la señal; los conductores de todos los vehículos deberán cederles el derecho de paso.

b) NO PASE (PARE).

Mientras la indicación de NO PASE está iluminada, los peatones no podrán comenzar a cruzar en dirección a la señal; pero los que hayan completado parcialmente el cruce durante la indicación de PASE proseguirán hasta la acera o hasta la isla de seguridad, si la hubiere.

Las indicaciones peatonales deberán llamar la atención de los transeúntes, siendo al mismo tiempo visibles, tanto en el día como en la noche, desde cualquier punto localizado algunos metros antes del cruce y hasta la longitud total a cruzar.

Cuando los semáforos para peatones se monten en postes junto con los semáforos para control vehicular, de ser factible, las indicaciones de estos últimos no serán directamente visibles por los peatones al principio del paso de los mismos; en cambio, el semáforo para éstos deberá colocarse de manera que tenga la máxima visibilidad al inicio del cruce de los transeúntes.

Las indicaciones (caras) para peatones deberán iluminarse por períodos continuos. Cuando los semáforos para el control del tránsito de una intersección están funcionando en forma intermitente, las señales para peatones deberán apagarse.

Existen varias formas en que se pueden combinar y operar las fases de los semáforos de peatones con las fases de los semáforos para el control vehicular. A continuación, se describen cuatro combinaciones básicas:

- **Fase combinada para peatones y vehículos:**
Es la disposición de fase de los semáforos para que los peatones puedan avanzar por ciertos pasos paralelos a la circulación de los vehículos que transitan de frente y en la cual se permite a los mismos girar cruzando dichos pasos.
- **Fase semi-exclusiva para peatones y vehículos:**
Es la disposición de fases de los semáforos según la cual los peatones pueden proceder a usar ciertos pasos simultáneamente con circulaciones paralelas de vehículos o con otras circulaciones en las que a los vehículos no se les permite girar cruzando los pasos de los peatones, mientras éstos los están utilizando.
- **Fase con prioridad para peatones:**
Es la disposición de fases en la cual se tiene una fase exclusiva para los peatones que cruzan la calle principal antes de la fase para circulación de vehículos en la calle secundaria.
- **Fase exclusiva para peatones:**
Es la disposición de fases que permite a los peatones cruzar la intersección en cualquier dirección durante una fase exclusiva en la que todos los vehículos están detenidos. Se recomienda el uso de este tipo de programación acompañado de un sistema de accionamiento de peatones o semi dependencia.

En la operación de semáforos de tiempo fijo o predeterminado, cuando el tiempo mínimo de PASE más el de despeje de peatones es mayor que el intervalo necesario para el tránsito vehicular, regirá el de peatones, ajustándose el intervalo vehicular a él.

En condiciones normales, el tiempo mínimo de PASE no deberá ser menor de 7 segundos para que los peatones tengan oportunidad de completar el cruce antes de que aparezca el intervalo de despeje. En calles con islas centrales, de al menos 12,0 metros de ancho, sólo se necesita dejar tiempo suficiente para despeje de peatones en una fase, de manera que puedan cruzar desde la acera hasta la isla. En este caso, si el semáforo es accionado por los peatones, se puede necesitar un detector adicional en la isla.

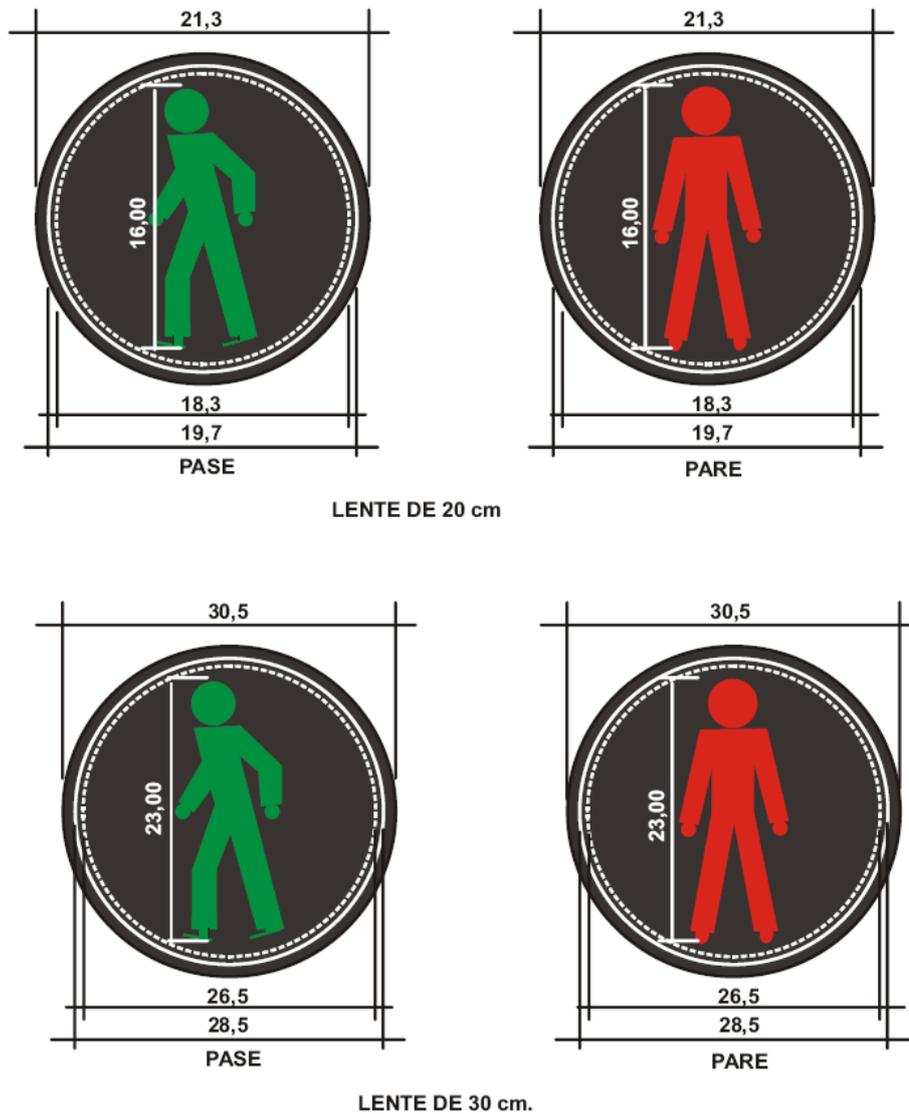


FIGURA 113.17 INSCRIPCIONES EN LAS LENTES DE SEMÁFOROS PARA PEATONES

113.16.3 SEMÁFOROS EN ZONAS ESCOLARES

Los semáforos en zonas escolares son dispositivos especiales para el control del tránsito de vehículos que se colocan en los cruces establecidos en los centros educativos con el propósito de prevenir al conductor de la presencia de un cruce peatonal.

Cuando los semáforos en zonas escolares son diseñados adecuadamente, localizados y operados bajo condiciones que garantizan plenamente su uso, tienen las siguientes ventajas:

- Considerando los costos iniciales y de operación, los semáforos en zonas escolares, a lo largo de varios años, representan una importante economía comparados con la vigilancia policiaca y otros elementos similares.

- En el caso de que instalen semáforos para el control del tránsito vehicular, bajo condiciones de espaciamiento adecuado, pueden ser coordinados con semáforos adyacentes para proporcionar un movimiento continuo o casi continuo del tránsito de vehículos.

Un semáforo en zona escolar se justifica cuando existe un cruce escolar establecido y cuando un estudio de ingeniería de tránsito muestre que los intervalos en el flujo vehicular son inferiores al tiempo requerido para que los escolares crucen normalmente la calle.

Considerando lo anterior, los semáforos en zonas escolares resultarán necesarios cuando:

- El volumen horario de peatones que cruza la calle principal pasa de 250 durante dos horas y en cada una de ellas el volumen de tránsito de vehículos excede de 600.
- No existe otro semáforo dentro de un radio de 300 metros.

Las lentes de los semáforos en zonas escolares serán de color amarillo, con excepción de las que tienen inscripciones, que tendrán un fondo oscuro con la inscripción luminosa en color blanco.

Como la función de estos semáforos es la de prevenir al conductor de la presencia de una zona escolar, deberán funcionar con 50 ó 60 destellos por minuto, alternados entre las lentes amarillas y la lente con la inscripción. Cuando se encuentren funcionando, los conductores de los vehículos deberán entrar en la zona escolar a baja velocidad y continuarán su marcha por ella con precauciones especiales. Por ningún motivo deberá utilizarse la luz amarilla fija.

Será necesario que exista una cara para cada sentido de circulación vehicular que es cruzado por el movimiento peatonal.

Se localizarán precisamente en el punto de cruce del movimiento peatonal y la altura se ajustará a lo indicado en el estudio de ingeniería de tránsito correspondiente.

La cara del semáforo deberá colocarse en posición vertical y a 90 grados con respecto al eje de la calle y con una inclinación de 5 grados hacia abajo.

La forma de las lentes para este tipo de semáforos será una combinación de lentes circulares con una lente cuadrada, la cual llevará una inscripción. En la figura 113.18 se muestra esta disposición.

Las lentes circulares tendrán normalmente un diámetro nominal de 20 cm, mientras que la cuadrada será de 30 cm por lado.

La cara se integrará por tres lentes en el sentido vertical que se colocarán en el siguiente orden: circular, cuadrada y circular.

Únicamente la cara cuadrada llevará la figura de cruce de escolares y su altura será de 23 cm como mínimo.

Cada lente se iluminará independientemente. Las indicaciones del semáforo deberán distinguirse claramente desde una distancia mínima de 300 m en condiciones atmosféricas normales.

Los semáforos en zonas escolares comúnmente se apoyan en soportes de tipo ménsula o suspendidos por cables y son poco efectivos para controlar el cruce de los peatones. Por lo tanto, se

complementarán con semáforos vehiculares y peatonales, colocados sobre postes y ubicados en el paso de los peatones, cuando se justifiquen o bien en las intersecciones próximas.

Los semáforos complementarios para el control del tránsito deberán ser instalados bajo las siguientes condiciones:

- En las zonas de cruce que no estén en una intersección, tendrán semáforos peatonales accionados por los usuarios del mismo. Los semáforos peatonales deberán instalarse cuando menos en cada cruce de escolares.
- En una intersección, el semáforo para vehículos deberá ser adecuado al tránsito existente. Las instalaciones de una intersección que puedan integrarse en sistemas progresivos podrán usar un control no accionado por el tránsito.
- Los sitios sin intersección de calles están libres de los peligros de los vehículos que giran y pueden ofrecer una ventaja para los escolares; sin embargo, pueden presentar un elemento inesperado para los conductores al encontrar un cruce para peatones entre intersecciones semaforizadas; por lo tanto, deberá tenerse mucho cuidado con la colocación de los semáforos y la señalización vertical y horizontal usada en esos sitios, para asegurarse de que los conductores están conscientes de esta aplicación especial.

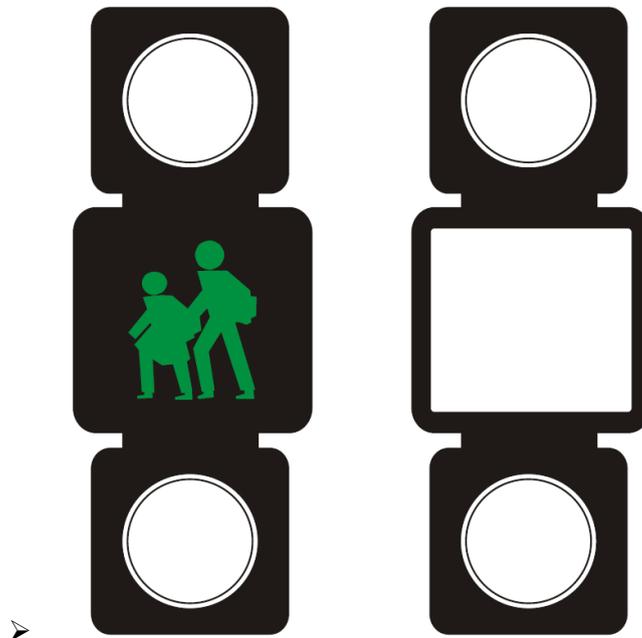


FIGURA 113.18 SEMÁFOROS PARA ZONAS ESCOLARES

- No deberá permitirse el estacionamiento de vehículos en los 30 metros anteriores a un cruce escolar ni en los 10 metros siguientes.
- Durante los lapsos en que no exista movimiento de escolares en el día y en los períodos inhábiles de los centros escolares, estos dispositivos deberán estar fuera de operación.

113.17 SEMÁFOROS ESPECIALES

Los semáforos especiales para el tránsito se dividen en:

- a) Semáforos intermitentes o de destello.
- b) Semáforos para regular el uso de carriles.
- c) Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes (pasos a nivel)

113.17.1 SEMÁFOROS INTERMITENTES O DE DESTELLO

Son aquellos que tienen una o varias lentes de color amarillo o rojo que se iluminan intermitentemente.

Los semáforos de destello son útiles en lugares donde el tránsito o las condiciones físicas locales no justifican la operación de un semáforo para la regulación del tránsito de vehículos y sirven además, según lo demuestra la experiencia, para llamar la atención de los conductores en ciertos sitios en los que exista peligro.

Por la función que desempeñan existen distintos tipos de semáforos de destello como son:

- Semáforos intermitentes o de destello para indicar peligro.
- Semáforos intermitentes o de destello para regular la velocidad.
- Semáforos intermitentes o de destello para intersecciones.
- Semáforos intermitentes o de destello de PARE.

La instalación del semáforo intermitente amarillo se puede justificar como un dispositivo anticipado para advertir a los conductores de condiciones especiales, en una intersección o en otro sitio donde exista algún peligro, como son:

- Obstrucción en la vía.
- Intersección importante oculta por una obstrucción o una curva pronunciada en la vía.
- Alineamiento vertical u horizontal peligroso.
- Riesgos especiales o regulación del tránsito.

La instalación de un semáforo intermitente en una intersección con luz amarilla en la calle principal y luz roja en las calles transversales, se puede justificar de acuerdo a los siguientes casos:

- En las intersecciones donde la distancia de alcance visual quede extremadamente limitada o cuando sea importante recalcar la necesidad de hacer detención en una calle y proseguir con precaución en la otra.
- Este tipo de instalación es eficaz en las intersecciones en donde las velocidades de acceso exceden a las velocidades de seguridad, por las condiciones de la intersección y donde se requiera que los conductores extremen sus precauciones.
- Donde exista un gran número de accidentes susceptibles de evitarse deteniendo el tránsito o advirtiendo el peligro.

113.17.1 (a) Semáforos intermitentes para indicar peligro

Un semáforo intermitente o de destello para indicar peligro, está compuesto por uno o más lentes circulares de color amarillo con un diámetro no menor de 20 cm.

Cuando se instale más de una lente, éstas deberán destellar alternadamente. Las aplicaciones más frecuentes son:

- Para indicar obstrucciones que existan en la superficie de rodadura o inmediatamente adyacente a ella.
- Como complemento anticipado, conjuntamente con señales preventivas.
- Para advertir el cruce de peatones a mitad de cuadra.

- En intersecciones donde se requiere cruzar con precaución.
- Como complemento de las señales reglamentarias, exceptuando las de "PARE" (R-01), "CEDA EL PASO" (R-02) y "DIRECCIÓN PROHIBIDA" (R-23).

La ubicación de los semáforos intermitentes para indicar peligro estará en función de la aplicación que se le dé. Cuando se instalen para indicar una obstrucción dentro de la superficie de rodamiento o adyacente a ella, se deberá iluminar la parte más baja o el principio de la obstrucción, o se pondrá una señal sobre la obstrucción o frente a ella, además del semáforo intermitente.

113.17.1 (b) Semáforos intermitentes para regular la velocidad

La cara de un semáforo intermitente para regular la velocidad consta de dos lentes circulares de color amarillo con un diámetro no menor de 20 cm dispuestas verticalmente, emitiendo destellos alternados.

Estos semáforos se emplearán junto con una señal que indique la velocidad máxima y la base de la cabeza no deberá estar a menos de 30 cm ni a más de 60 cm arriba de la parte superior de la señal. Generalmente este tipo de semáforos se utiliza en zonas escolares y cuando esté operando, señala que la velocidad marcada es la vigente.

Los semáforos intermitentes para regular la velocidad y de pare deberán estar ubicados en el sitio de la restricción, ya que generalmente van acompañados de la señal reglamentaria correspondiente. La localización transversal y la altura de estos semáforos se apegarán a lo establecido para la señal reglamentaria, dado que siempre se colocan encima de éstas.

113.17.1 (c) Semáforos intermitentes para intersecciones

Un semáforo intermitente para intersecciones consiste en una o más lentes de 20 cm de diámetro como mínimo con indicaciones en destello color amarillo o rojo, dispuestas verticalmente.

Son útiles en donde el tránsito y las condiciones físicas de la intersección no justifican la operación de un semáforo convencional para el control del tránsito de vehículos, debiendo usarse el color amarillo para los accesos principales y el rojo para los secundarios. En los casos en que los índices de accidentes muestren que se trata de una intersección peligrosa, podrá usarse el color rojo para todos los accesos.

Es recomendable que en los accesos donde se aplique la intermitencia roja, se coloque una señal de PARE(R-01), como complemento del semáforo.

Cuando los semáforos usados normalmente para regular el tránsito de vehículos sustituyen su funcionamiento normal por operaciones de intermitencia, según lo mencionado en el acápite 113.14, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Si una de las vías tiene preferencia sobre la otra, en la primera se usará la intermitencia amarilla (PRECAUCIÓN) y en las demás, destello rojo.
- Cuando las velocidades de operación son diferentes, en la vía de mayor velocidad se empleará intermitencia amarilla y en las demás aproximaciones intermitencia roja.
- Si las características de todas las vías que convergen a una intersección son semejantes en intensidades de tránsito y velocidades de acceso, el semáforo puede funcionar con intermitencia roja en todas las direcciones.

- Las operaciones de intermitencia de un semáforo para el control del tránsito de un vehículo se deben regular por medio de un mecanismo eléctrico complementario, independiente de un mecanismo de control normal. En estos casos el cambio de operación de intermitencia o funcionamiento normal se efectuará en el intervalo inicial (cuando aparece la luz verde en dirección de la calle principal) y no se permite cambiar de intermitencia amarilla a rojo fijo, sin que antes haya un intervalo con luz amarilla fija.

El cambio de funcionamiento normal a operación de intermitencia o destello deberá efectuarse durante el intervalo con luz verde en la calle principal. El cambio de operación común a la intermitencia roja se efectuará inmediatamente después del intervalo para despeje correspondiente a la calle principal.

Un semáforo intermitente para intersecciones normalmente estará suspendido sobre el centro de la misma intersección, sin embargo, puede instalarse en otro lugar que se considere adecuado.

113.17.1 (d) Semáforos intermitentes de PARE

Un semáforo intermitente o de destello de “PARE” consta de una o de dos lentes con indicaciones intermitentes color rojo. Cuando se empleen dos lentes, estas tendrán un diámetro de 20 cm, cuando se utilice una sola, ésta será de 20 ó 30 cm de diámetro. Las lentes podrán alinearse horizontal o verticalmente. Para el primer caso, la intermitencia será simultánea y para el segundo deberá ser alternada.

Los semáforos intermitentes deberán quedar a una altura no menor de 2,50 metros ni mayor de 4,50 metros desde la superficie de rodadura hasta su parte inferior, cuando se instalen sobre postes o pedestales, excepto los semáforos intermitentes de PARE, y para regular la velocidad.

Si se instalan suspendidos sobre la vía, la altura libre sobre la superficie de rodadura no deberá ser mayor de 6 m ni menor de 5,50 m.

Para ninguno de los casos, se deben instalar semáforos intermitentes sobre postes o pedestales dentro de la calzada o de la vía, a menos que se localicen dentro de una isla para vehículos y peatones.

Los semáforos intermitentes y su instalación deben satisfacer las especificaciones generales de proyecto para semáforos convencionales de tránsito y deben llenar las condiciones esenciales siguientes:

- Cada lente de la señal tendrá un diámetro visible no menor de 20 cm.
- El elemento de iluminación, la lente, el reflector y el visor serán de tal diseño que la lente, cuando está iluminada, se haga claramente visible al tránsito frente a ellas en todas las direcciones y hasta distancias de 300 m, bajo todas las condiciones atmosféricas, excepto niebla densa.
- El color de la lente será rojo para detenerse y amarillo para seguir con precaución.
- Todos los contactos eléctricos deberán estar equipados con filtros, para eliminar las interferencias de radio.
- El elemento luminoso de los semáforos intermitentes, deberá encenderse y apagarse a razón de 50 a 60 veces por minuto.

- El período de iluminación de cada destello no deberá ser menor que la mitad, ni mayor de dos tercios, del ciclo de destello total.
- Los semáforos intermitentes deberán operar solamente durante las horas en que exista peligro o restricción.
- Un semáforo intermitente amarillo interconectado con un control de semáforos puede emplearse anticipadamente con un semáforo convencional de tránsito vehicular, como señal preventiva.

Si la brillantez de la lente amarilla es tal que causa deslumbramiento excesivo durante la operación nocturna, se puede usar un control automático para reducir dicha brillantez en ese período.

113.17.2 SEMÁFOROS PARA REGULAR EL USO DE CARRILES

Los semáforos para regular el uso de carriles son aquellos que controlan el tránsito de vehículos en carriles individuales de una vía. Estas instalaciones se caracterizan por las unidades de señales encima de cada carril de la calzada. A menudo se emplean señales complementarias para explicar su significado y propósito.

El uso más común de estos semáforos tiene lugar en carriles con circulación reversible (contra flujo), cuando debido a las variaciones del flujo del tránsito de una vía de doble circulación, se pueden utilizar ciertos carriles para el movimiento en un sentido durante unas horas del día y para el sentido opuesto durante otras horas. Estos dispositivos se distinguen por tener semáforos sobre cada uno de los carriles y por su forma y símbolo diferente (flecha apuntando hacia abajo y "X"), y generalmente se usan señales complementarias para explicar su finalidad y funcionamiento.

El sentido de circulación de vehículos en un carril sólo deberá invertirse o hacerse reversible después que un estudio de ingeniería de tránsito demuestre que existe la necesidad de dicho tipo de circulación y que puede funcionar en forma eficaz y segura. Este tipo de operación puede justificarse, en los siguientes casos:

- Sobre una vía en donde se desee mantener el tránsito fuera de ciertos carriles en determinadas horas para facilitar el acceso del tránsito de una rampa u otra vía.
- En una autopista, cerca de sus extremos, para indicar el final de un carril.
- En una autopista o puente largo, para indicar que un carril está temporalmente cerrado por un accidente, reparación, etc.
- Cuando las circulaciones en las zonas en donde haya caseta de peaje exijan invertir el sentido del tránsito para el funcionamiento eficaz.
- Cuando la circulación de tránsito en un sentido, a la entrada o la salida de una zona de estacionamiento de una fábrica, estadio, centro comercial o similar, exceda a la capacidad de los carriles de tránsito de que se dispone para la circulación normal.
- Cuando por ciertas condiciones transitorias de la vía, convenga aumentar el número de carriles de que se dispone normalmente en un sentido, para atender los períodos de máxima demanda del tránsito en una dirección.
- Cuando un movimiento de mucho tránsito es retardado y congestionado en una subida larga de tres carriles debido al lento movimiento de los vehículos pesados que suben por esa vía, justificando, por lo tanto, el uso de dos carriles para el ascenso y de un solo carril para el movimiento de descenso.

El color de las lentes para este tipo de semáforos será rojo, amarillo y verde, sobre fondo oscuro y tendrán una flecha verde indicando hacia abajo y una "X" roja iluminada sobre fondo opaco.

Los significados de las señales y de los colores en semáforos que regulan el uso de carriles son los siguientes:

a) Flecha verde apuntando hacia abajo (Fija)

Los usuarios podrán circular sobre el carril donde se encuentre iluminada esta indicación. Por lo demás, deberá obedecer todos los controles del tránsito presente y seguir las prácticas normales de conducción cuidadosa.

b) "X" amarilla (Fija)

Los conductores deberán prepararse a salir del carril en donde se ilumine esta señal con la debida precaución, porque se iniciará un cambio de uso del mismo.

c) "X" amarilla Intermitente

Los conductores podrán usar este carril para girar a la izquierda con la debida precaución.

d) "X" roja (Fija).

Los conductores no podrán conducir por el carril donde está situada la señal, debiendo desalojar éste inmediatamente. Esta indicación prevalecerá sobre cualquier otro control de tránsito existente.

Estos semáforos deberán llevar dos caras en cada carril de circulación, una para cada dirección de la circulación del tránsito.

Cuando se instalen semáforos para el control de carriles reversibles, se recomienda que en los carriles adyacentes a los mismos, así como en los carriles más alejados, también se instale una cara en cada uno de ellos para tener uniformidad del sistema y a la vez evitar confusiones.

La cara se ubicará de tal manera que sea visible a los conductores que circulan por el carril correspondiente, colocándolas directamente al centro de cada carril en ambas direcciones. Se recomienda que se instalen grupos de semáforos de tal forma que el usuario siempre esté en posibilidad de ver por lo menos dos caras.

La parte inferior de la cara del semáforo deberá tener una altura libre no menor de 5,50 m, ni mayor de 6,0m, medidos desde la superficie del pavimento.

La cara del semáforo deberá colocarse en posición horizontal y normal al sentido de circulación. Muchas veces es conveniente darle una inclinación de 5 grados hacia abajo.

La forma de la lente de estos semáforos especiales deberá ser cuadrada para diferenciarlos de los semáforos convencionales para el control del tránsito de vehículos.

Puesto que debe tener la suficiente visibilidad para llamar la atención al conductor, la lente deberá medir 30cm por lado, como mínimo.

El número de lentes de cada semáforo dependerá del carril donde se coloquen. De esta manera, en los carriles reversibles se tendrán tres lentes (una roja, una amarilla y una verde) y, en los carriles adyacentes a los reversibles, incluyendo los más alejados, únicamente se instalará una lente, cuyo color (roja o verde) dependerá de la dirección del tránsito.

Cuando la cara del semáforo tenga tres lentes, la "X" ROJA deberá quedar en el lado izquierdo, la "X" AMARILLA en el centro y la FLECHA VERDE hacia abajo en el lado derecho.

Los símbolos inscritos en las lentes consisten en una flecha apuntando hacia abajo y una "X", las que deberán estar iluminadas sobre fondo oscuro, tal como se observa en la figura 113.19.

Los soportes de los semáforos para carriles con circulación reversible serán del tipo cercha o puente, similares a los usados para las señales informativas elevadas tipo pasa vías, los cuales, debido a la disposición de los semáforos cubrirán todo el ancho de la calzada colocándose en línea recta y perpendicular al alineamiento de la vía.

Deberán construirse con la rigidez adecuada de acuerdo a su longitud, y con la esbeltez necesaria para que sobresalgan las indicaciones de los semáforos y no se preste a confusiones.

Cada lente se iluminará independientemente. Las indicaciones de los semáforos deberán distinguirse claramente desde una distancia mínima de 400 m en condiciones atmosféricas normales. Si el tramo que se desea controlar es de más de 400 m o si el alineamiento horizontal o vertical es curvo, así como cuando existan obstrucciones físicas o las condiciones topográficas sean desfavorables, los semáforos deberán colocarse a intervalos lo suficientemente frecuentes para que los conductores en todo tiempo puedan ver, por lo menos, una indicación y preferentemente dos (por la posibilidad de que se fundiera alguna lámpara o bombillo). De esta manera podrán tener una indicación definida de los carriles reservados específicamente para su uso.

La visibilidad de los semáforos para regular el uso del carril deberá ser menor que la especificada para los semáforos convencionales de tránsito.

Los semáforos para el control de carriles reversibles, se deben sincronizar e interconectar a un control maestro que funcione de tal manera que impida que la indicación de FLECHA VERDE hacia abajo se encienda al mismo tiempo en ambas direcciones en el mismo carril.

Cuando se vaya a prevenir al usuario del cambio de uso de carril, deberá considerarse un período de longitud adecuada con la "X" AMARILLA (fija), para que los conductores que circulen por ese carril tengan el tiempo suficiente para desalojarlo. Adicionalmente y como medida preventiva, se mantendrá la indicación de "X" ROJO en ambos sentidos durante cierto tiempo antes de que aparezca la FLECHA VERDE hacia abajo para el tránsito en dirección opuesta.

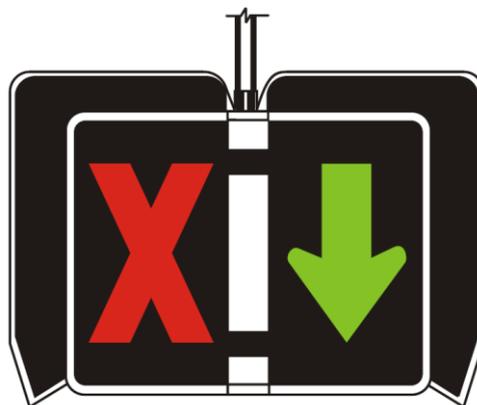


FIGURA 113.19 SEMÁFORO PARA REGULAR EL USO DE CARRILES

En vías con intersecciones reguladas por medio de semáforos convencionales, las indicaciones para regular la circulación por carriles deberán colocarse lo suficientemente lejanas, antes de los semáforos convencionales y después de ellos, para evitar malas interpretaciones.

El tipo de control para el funcionamiento de carriles reversibles debe permitir tanto el manejo automático como el manual.

113.17.3 SEMÁFOROS Y BARRERAS PARA INDICAR LA APROXIMACIÓN DE TRENES

En los cruces ferroviarios de calles y carreteras, en donde los estudios indican la necesidad de una mayor protección a la proporcionada por las señales, deben instalarse semáforos que indiquen la aproximación y el paso de trenes. Estos semáforos pueden complementarse con barreras que se extiendan a lo ancho del carril o carriles de tránsito, mientras los trenes se aproximan y ocupan los cruces.

Donde hay semáforos instalados en intersecciones cercanas a la ubicación de los semáforos de aproximación de trenes, se debe dar especial atención a la coordinación entre las dos instalaciones.

Los semáforos y barreras son aquellos dispositivos que indican a los conductores de vehículos y a los peatones, la aproximación o presencia de trenes, locomotoras o carros de ferrocarril en cruces a nivel de calles o carreteras.

Los semáforos de aproximación de trenes en los cruces ferroviarios de carreteras se clasifican en: luces intermitentes y semáforos oscilantes. Los dos tipos no deben usarse juntos en el mismo cruce.

Un semáforo de luz intermitente es una señal que indica la aproximación de los trenes mediante dos luces rojas intermitentes, colocadas horizontalmente, que se encienden y apagan en forma alternada a intervalos predeterminados.

El semáforo oscilante es una señal donde la indicación de la aproximación de trenes se hace por medio de un disco oscilante horizontalmente con una luz roja dentro del disco.

Las barreras para cruces a nivel de ferrocarril serán un tablero trapezoidal que desciende hasta la posición horizontal y que se extiende sobre la carretera o la calle en los dos sentidos, hasta una distancia suficiente que abarque la totalidad de los carriles de tránsito en el acceso al cruce, para impedir la circulación de vehículos, cuando se aproxima y pasa un tren.

Los semáforos y las barreras deben instalarse en un cruce a nivel de ferrocarril con una calle o carretera cuando un estudio de ingeniería de tránsito indique la necesidad de controlar el cruce.

113.17.3 (a) Características de los semáforos de luz intermitente

Los semáforos de luz intermitente para cruces a nivel de ferrocarril con calles o carreteras se componen de dos luces rojas dispuestas horizontalmente, que se encienden y apagan en forma alternada a intervalos previamente establecidos.

Las caras de los semáforos quedarán orientadas hacia el tránsito que se aproxime al cruce con la vía del ferrocarril de tal manera que brinde la máxima visibilidad al conductor.

Se podrán instalar más de una cara en el mismo poste, con el auxilio de un soporte tipo ménsula, en los siguientes casos:

- Cuando al acceso principal concurren una o más vías adyacentes próximas al cruce del ferrocarril.
- Donde se necesite una mayor visibilidad de los semáforos, como es el caso de vías con varios carriles de circulación.
- Cuando se requiera un énfasis adicional, como en carreteras de alta velocidad y vías de alto volumen vehicular.
- En lugares en donde el conductor pueda distraerse fácilmente.

Las lentes serán de forma circular con un diámetro de 30 cm y deberán estar provistos de una pantalla de color negro con un diámetro de 50 cm colocada en la parte posterior de la lente para proporcionar mayor visibilidad a la indicación; además, llevarán una visera en la parte superior.

Los semáforos se instalarán de manera que den la indicación debida a los vehículos que se aproximan por la calle o carretera y tendrán la forma y dimensiones indicados en la figura 113.20.

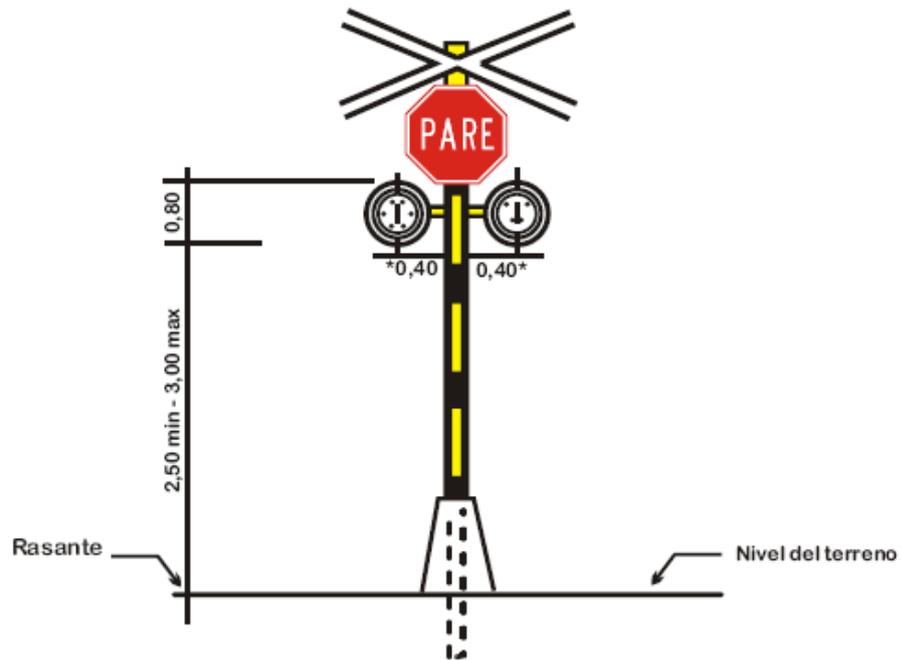
En algunos casos, cuando se estime conveniente hacer más efectivo el semáforo por circunstancias especiales, pueden instalarse timbres o campanas accionadas automáticamente.

Los semáforos de aproximación de trenes se ubicarán así:

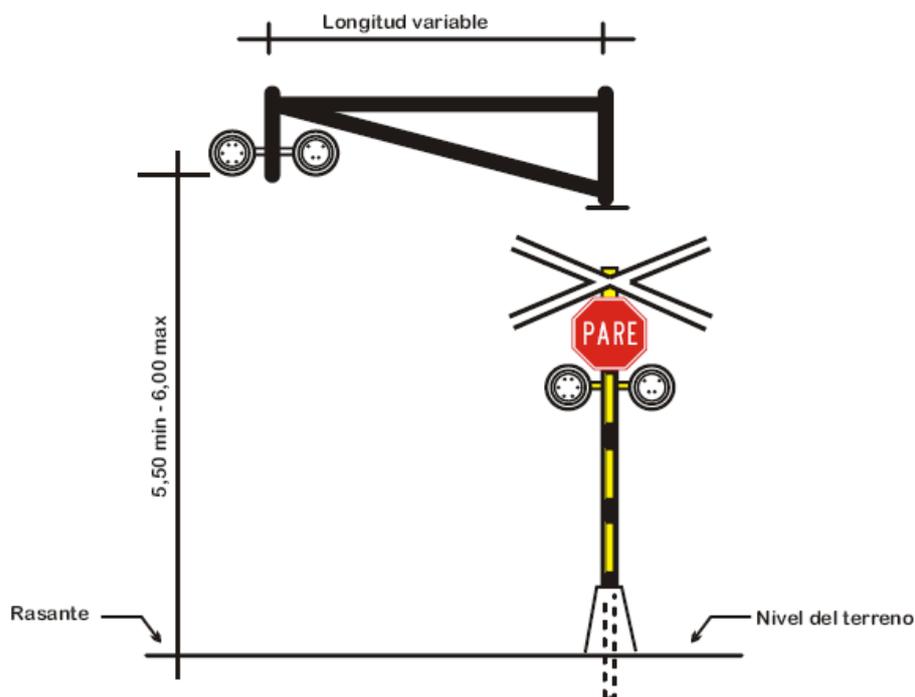
- a) **Ubicación longitudinal:** En cada acceso de la calle o carretera al cruce de la vía o de las vías férreas, se instalará un semáforo, excepto en calles con circulación de un solo sentido, en la que se colocará sólo en el lado del acceso vehicular. Los semáforos se colocarán preferentemente a la derecha del tránsito que se aproxima.

La distancia que mediará a lo largo de la calle o carretera, entre la parte más cercana del semáforo o la barrera en su posición horizontal y el riel más próximo, será de 3 metros como mínimo. Dicha longitud se medirá normal al sentido de la vía del ferrocarril (ver figura 113.21).

- b) **Ubicación lateral:** Los semáforos se colocarán a no menos de 60 centímetros de la calle o carretera, medidos a partir de la orilla de la calzada o de la orilla exterior de la banquina, cuando dicha banquina se prolongue sobre los rieles.



Semáforo montados en soporte tipo poste



Semáforos montados en soporte tipo ménsula

Distancias en metros

FIGURA 113.20 SOPORTES PARA EL MONTAJE DE SEMÁFOROS DE APROXIMACIÓN DE TRENES

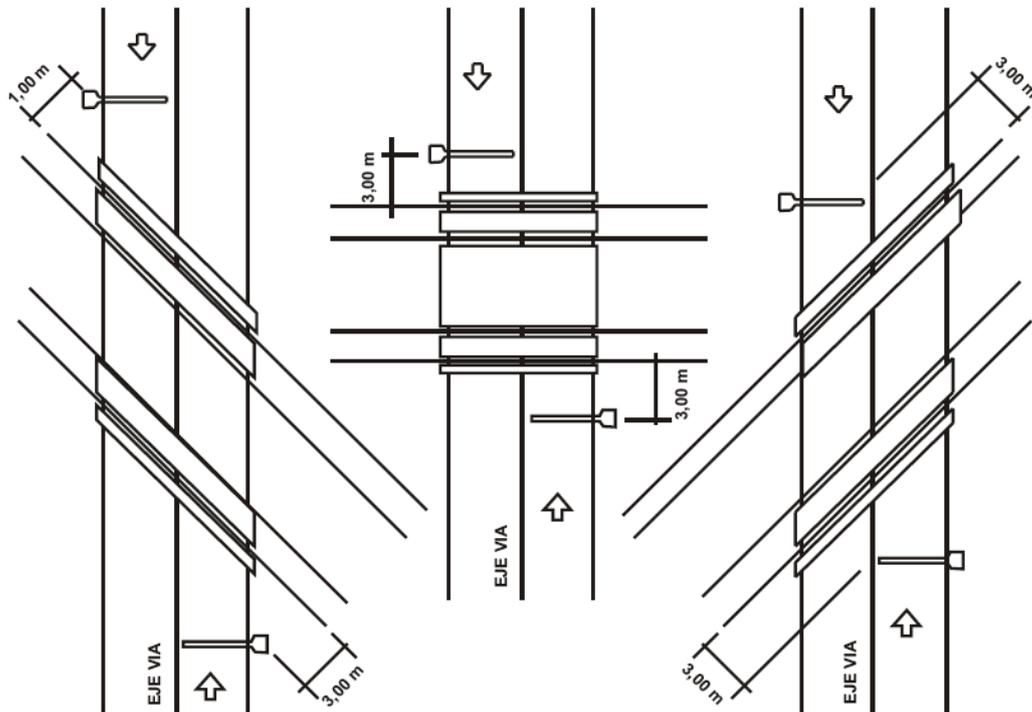


FIGURA 113.21 UBICACIÓN LONGITUDINAL DE LOS SEMÁFOROS Y BARRERAS

La parte inferior de las lentes de los semáforos deberá quedar a una altura no menor de 2,50 metros ni mayor de 3 metros, medida sobre el nivel de la orilla de la calzada de la carretera o de la acera, cuando se instalen en soportes tipo poste. Si quedan suspendidas sobre la vía, la altura libre no debe ser mayor de 6 metros ni menor de 5,50 metros.

113.17.3 (b) Características de los semáforos oscilantes

El semáforo oscilante constará de un disco de 50 cm de diámetro dotado de un bombillo con lente roja para la indicación nocturna.

El disco estará soportado por un brazo oscilante y la longitud del recorrido de la luz oscilante del disco, medida horizontalmente entre las posiciones extremas será de 75 cm.

La señal P-49 Paso a nivel y el semáforo de ferrocarriles se deberán montar en el mismo poste.

113.17.3 (c) Características de las barreras

Una barrera automática servirá como complemento de un semáforo de ferrocarril intermitente. Las barreras deben instalarse en el mismo soporte del semáforo; sin embargo, si las condiciones lo demandan, se puede colocar sobre postes, pedestales o estructuras independientes, ubicados entre el semáforo y la vía del tren. (Ver figura 113.22).

113.17.3 (d) Funcionamiento

Los semáforos y los dispositivos para indicar que se aproxima un tren, se controlarán de manera que empiecen a funcionar antes de la llegada del mismo al cruce, con un lapso razonable para dar la debida protección.

Cuando los semáforos para el control de tránsito de vehículos estén ubicados en intersecciones situadas cerca de los semáforos para indicar la proximidad de trenes, se debe prestar atención especial a la sincronización de los dos sistemas.

Donde exista una intersección cercana a un cruce de ferrocarril a nivel, en el que una de las vías sea sensiblemente paralela a la vía del ferrocarril, se recomienda instalar un semáforo o una señal complementaria que muestre las indicaciones de no girar a la derecha o a la izquierda, en la vía paralela, cuando el ferrocarril se encuentre en el cruce.

Los circuitos para la operación automática se dispondrán de manera que la barrera inicie su movimiento descendente 3 segundos como mínimo después de que el semáforo empiece a funcionar; la barrera quedara en posición horizontal antes de la llegada del tren más rápido y permanecerá así hasta que la parte posterior del tren haya salido del cruce.

Los mecanismos se deben proyectar de manera que si la barrera, mientras se eleva o baja, golpea algún objeto, se detenga inmediatamente y al quitar la obstrucción continúe hasta la posición exigida por el mecanismo de control.

En cruces donde existan diferencias importantes entre las velocidades de los trenes, conviene instalar un control que permita ajustar los tiempos a sus velocidades de operación.

Las lámparas o bombillos se iluminarán alternativamente y el número de destellos por minuto para cada una, será de 35 a 45. Cada lámpara se iluminará durante la mitad del ciclo de operación.

113.18 EQUIPO DE CONTROL

113.18.1 ASPECTOS GENERALES

La unidad de control es un conjunto de mecanismos electromecánicos o electrónicos, alojados en una caja, que ordenan los cambios de luces de los semáforos.

Generalmente el control de semáforos está dotado de 5 circuitos para que opere satisfactoriamente y tengan un alto grado de flexibilidad. Estos circuitos son:

- De secuencia de fase.
- De variación de ciclos o intervalos.
- De desfaseamiento.
- De apagado.
- De destello.

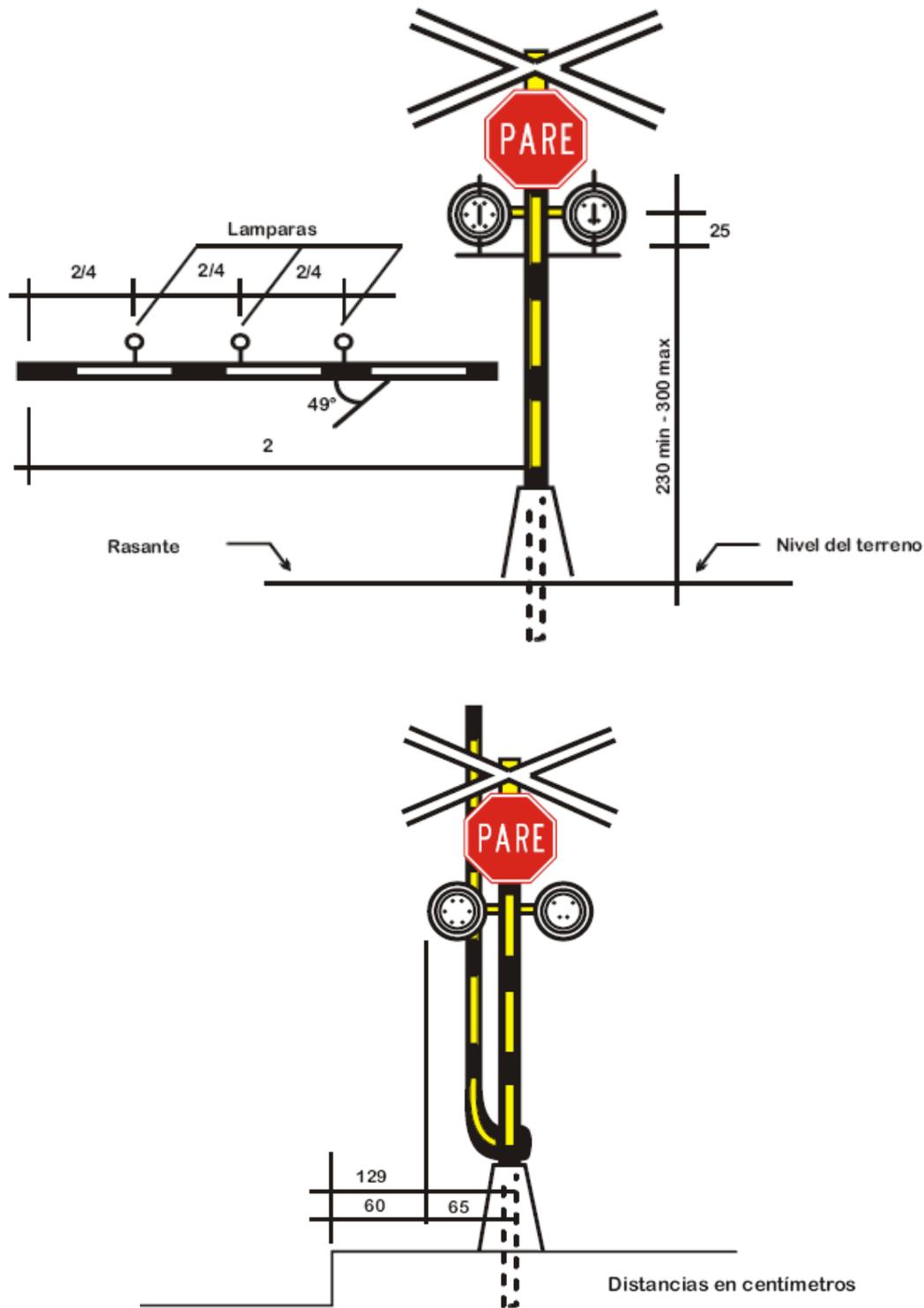


FIGURA 113.22 DISPOSICIÓN DE LAS BARRERAS PARA INDICAR LA APROXIMACIÓN DE TRENES

113.18.1 (a) Elementos que componen los controles para regular el tránsito de vehículos

i. No accionados por el tránsito.

Comúnmente son del tipo electromecánico y constan de tres elementos básicos, que son:

- **Dispositivos de luces:** Está formado por una serie de contactos de cobre que son accionados por un árbol de levas en el que se programa la secuencia del encendido de las luces de la intersección.
- **Dispositivos que relacionan el árbol de levas con el reloj divisor del tiempo (cuadrante):** Es un arreglo de conexiones operado por un motor que gira de acuerdo con los impulsos provenientes de los contactos del cuadrante para cambiar las indicaciones del semáforo. Cada vez que recibe un impulso, el motor opera brevemente y mueve el árbol de levas a su siguiente posición.
- **Dispositivo de sincronización:** Está integrado por el motor sincrónico del cuadrante, que es el que recibe la señal de sincronización del control maestro del sistema a través del cable de interconexión a su circuito.

ii. Accionados por el tránsito.

Generalmente son de tipo electrónico, siendo de tecnología avanzada. Sus dispositivos están formados por elementos electrónicos (diodos, tríodos, triacs, transistores, etc.) que forman circuitos o módulos que se denominan de acuerdo a su función. La unidad accionada por el tránsito se compone generalmente de tres módulos básicos:

- **Módulo de carga o de poder:** Es aquel donde se localiza el transformador de carga que alimenta todos los circuitos electrónicos.
- **Módulo de operación:** Reparte los tiempos de las fases de los semáforos.
- **Módulo de control:** Recibe y transmite las señales del sistema a través del cable de interconexión (computadora, control maestro y detectores).

113.18.1 (b) Elementos que componen los controles para regular el tránsito de peatones

Puede ser de dos tipos: electromecánicos o electrónicos. Sus características son idénticas a las descritas anteriormente.

113.18.1 (c) Otros elementos de los controles

- **Unidad de control de destello:** Es del tipo electromecánico especial. Consta de un motor y dos pares de contactos, donde se conectan las lámparas. El número de destellos es de 50 a 60 por minuto y con períodos aproximados de 50% encendidos y 50% apagados. Las unidades de control de destello también se fabrican de tipo electrónico.
- **Unidades de control para uso de carriles, y para cruces de ferrocarril a nivel:** Pueden ser de dos tipos: electromecánicos y electrónicos, y sus características son idénticas a las descritas anteriormente.

113.18.1 (d) Factores que determinan la selección del tipo de control

Los factores básicos que se deben considerar para la elección del tipo de control son: los del tránsito, los económicos y las características geométricas de la intersección.

- a) **Factores del tránsito:** Estos se refieren a los volúmenes peatonales y a los volúmenes vehiculares por acceso y por carril, a su composición modal y a la variación horaria, obtenidos de los estudios de ingeniería de tránsito correspondientes.
- b) **Factores económicos:** En el análisis económico para seleccionar el tipo de control, se deberá considerar el costo inicial del equipo, el costo de instalación y los gastos de operación y mantenimiento, así como los beneficios y pérdidas económicas a conductores y peatones. También se tomarán en cuenta los accidentes. Al escoger el equipo de control de semáforos, deberá preverse el funcionamiento presente y futuro.
- c) **Factores físicos de la intersección:** Estos comprenden la sección transversal de los accesos, las pendientes longitudinales de los mismos y las canalizaciones de la intersección.

113.18.2 CONTROLES PARA SEMÁFOROS DE TIEMPO FIJO O PREDETERMINADO

Son los que regulan, a través de los semáforos, las circulaciones de vehículos y peatones de acuerdo a uno o más programas de tiempos determinados previamente.

En las intersecciones donde los vehículos de tránsito tienen una variación constante, las ventajas del control pre-sincronizado, o no accionados por el tránsito, son las siguientes:

- Facilitan la coordinación con semáforos adyacentes, con más precisión que en el caso de controles accionados por el tránsito, especialmente cuando es necesario coordinar los semáforos de varias intersecciones o de una misma red. Esta coordinación puede permitir una circulación progresiva y cierto grado de control de velocidades, por medio de una serie de semáforos debidamente espaciados.
- No dependen de la circulación de vehículos que pasan por los detectores, por lo que la operación de los controles no se afecta desfavorablemente debido a condiciones especiales que impidan la circulación normal frente a un detector, como en el caso de vehículos detenidos o de obras de construcción dentro de la zona de influencia del detector.
- Pueden ser más aceptables que los controles accionados por el tránsito en zonas en donde exista tránsito de peatones intenso y constante y el manejo de los semáforos accionados manualmente por los mismos pudieran provocar confusión.
- En general, el costo inicial del equipo es menor que el del accionado por el tránsito y su conservación es más sencilla.

Las características de diseño de estos controles deberán permitir el ajuste periódico a las variaciones de los volúmenes de tránsito. Los parámetros básicos de control son:

- **Ciclo:** Tiempo total requerido para una secuencia completa de las indicaciones de un semáforo.
- **Fase:** Parte del ciclo correspondiente a cualquier movimiento de vehículos o combinación de movimientos simultáneos que reciben el derecho de paso durante uno o más intervalos.
- **Intervalo:** Cualquiera de las divisiones del ciclo correspondiente a las indicaciones o colores del semáforo.
- **Desfasamiento:** Número de segundos que tarda en aparecer la indicación de luz verde en un semáforo después de un instante dado, que se toma como punto de referencia de tiempo. Suele ser expresado en tanto por ciento del ciclo. Se usa para fines de coordinación y para referirse al tiempo necesario para despejar intersecciones complejas.

Cuando, de acuerdo a los estudios realizados, se ha decidido instalar un semáforo no accionado por el tránsito, se elegirá necesariamente el tipo de mecanismo que se deberá emplear. Las elecciones posibles incluyen las siguientes:

- a) **Control no accionado por el tránsito sin mecanismos de sincronización para intersecciones aisladas:** El uso de este tipo de control se recomienda únicamente en aquellas intersecciones aisladas en donde no es posible que se presente la necesidad de sincronizarse con el de la otra intersección.
- b) **Control no accionado por el tránsito con mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas:** Este tipo de control tiene un motor de sincronización y se deberá usar en intersecciones aisladas cuando:
- En el futuro sea probable que se necesite la coordinación del semáforo con otros o que éste vaya a ser supervisado por el control maestro.
 - Sean aceptables las duraciones fijas de ciclos y de intervalos todo el tiempo que dure la operación de control de tránsito.

En algunos casos se puede emplear un control de dos y hasta de tres carátulas, para permitir dos o tres programas de tiempo y dar flexibilidad al control para adaptarse a las variaciones de los patrones de tránsito. La elección de los programas puede efectuarse mediante el empleo de dispositivos especiales.

- c) **Control que permite coordinación para intersecciones sucesivas:** En general, los semáforos no accionados por el tránsito, dentro de un radio de 400 m, que regulan los mismos flujos de tránsito deberán funcionar coordinadamente. Esta coordinación de semáforos puede resultar conveniente a distancias aún mayores.
- Hay varios tipos de controles para coordinación. Uno de ellos implica el uso de motores desincronización sin supervisión de un control maestro. Otros sistemas implican la supervisión de los controles locales por medio de un control maestro, mediante interconexiones de cables o por radio. En los controles locales de estos sistemas pueden emplearse mecanismos con motores de sincronización o de inducción, o dispositivos electrónicos de tiempo.

La elección deberá basarse en:

- Volumen total del tránsito.
- Las proporciones y variaciones del tránsito en los diversos accesos de la intersección.
- Las variaciones de los sentidos de circulación en cada calle.
- La comparación de costos y beneficios probables para los usuarios.

Comúnmente los sistemas sincronizados no intercomunicados (o no supervisados por un control central) no deberán emplearse para altos volúmenes de tránsito, debido a sus limitaciones en cuanto a flexibilidad y por no tenerse la seguridad de que la coordinación deseada pueda continuar indefinidamente. Sin embargo, en algunos casos podrá obtenerse la flexibilidad en algunos lugares en donde haya problemas. Los indicadores visibles de fallas de corriente, adjuntos a los controles locales, son accesorios de gran utilidad para lograr una buena coordinación.

113.18.3 CONTROLES PARA SEMÁFOROS ACCIONADOS POR EL TRÁNSITO

Son aquellos cuya operación varía de conformidad con las demandas del tránsito que se registran en detectores de vehículos y peatones.

Los controles accionados por el tránsito se clasifican en cuatro categorías generales, que son:

- Controles parcialmente accionados por el tránsito.
- Controles totalmente accionados por el tránsito.

- Controles adaptables a la densidad del tránsito.
- Otros controles coordinados.

En las intersecciones donde los volúmenes de tránsito fluctúan considerablemente en forma irregular y en las que las interrupciones de circulaciones deben ser mínimas en la dirección principal, se puede obtener mayor eficacia utilizando controles accionados por el tránsito. Entre las ventajas de este tipo pueden mencionarse las siguientes:

- Pueden resultar más eficientes en las intersecciones donde las fluctuaciones del tránsito no se pueden prever y programar en la forma requerida para los sistemas con controles no accionados.
- Pueden ser de mayor eficiencia en intersecciones donde una o más circulaciones son esporádicas y de intensidad variable.
- Son generalmente más eficientes en intersecciones de calles principales con calles secundarias, debido a que interrumpen la circulación en la calle principal únicamente cuando se requiere dar paso a vehículos y peatones en la calle secundaria y restringen esas interrupciones al tiempo mínimo indispensable.
- Pueden dar la máxima eficiencia en las intersecciones desfavorablemente localizadas dentro de sistemas progresivos, en los cuales las interrupciones del tránsito en la calle principal son inconvenientes y se deben mantener al mínimo en frecuencia y duración.
- Proporcionan una operación continua sin demoras innecesarias en intersecciones aisladas, donde los controles no accionados por el tránsito en ocasiones funcionan en operación de destello durante lapsos de escaso movimiento.
- Tienen aplicación especialmente en intersecciones donde la operación de semáforos solo se necesita durante períodos cortos en el día.

Para cada categoría hay tipos diferentes de controles con distintas aplicaciones, existiendo además otras especiales para peatones y circulaciones en un solo sentido en tiempos determinados. La gran variedad de tipos y aplicaciones de controles accionados por el tránsito hacen necesario tener un conocimiento completo de todas las condiciones del propio tránsito y de la intersección antes de seleccionar el equipo que se instale.

En algunos casos, el equipo accionado por el tránsito se ha usado con el propósito principal de controlar velocidades en intersecciones y lugares intermedios; sin embargo, no es muy efectivo para este fin.

113.18.3 (a) Control parcialmente accionado por el tránsito

Los controles parcialmente accionados por el tránsito son aplicables principalmente en las intersecciones de arterias de alto volumen y altas velocidades con calles secundarias de escasa circulación, razón por la que disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más accesos pero no en todas las aproximaciones de la intersección. Los detectores se ubican sólo en los accesos secundarios.

Al operar estos controles se permite que en la calle principal normalmente se tenga indicación de luz verde, la cual cambia a la calle secundaria únicamente como resultado de la acción de los vehículos y de los peatones. En algunos casos, el intervalo de luz verde en la calle secundaria es de duración fija, lo cual no es aconsejable. En sistemas más flexibles, la duración de la indicación de luz verde en la calle secundaria es proporcional a las demandas del tránsito de la misma previéndose un límite máximo de tiempo, más allá del cual no se puede mantener la indicación de luz verde en la calle

secundaria, aunque haya alta demanda de tránsito. Al término de la fase requerida, la indicación de luz verde vuelve a la calle principal y se mantiene como mínimo un intervalo previamente fijado. Al terminar el intervalo mínimo, el control vuelve a quedar libre para responder a la acción del tránsito en la calle secundaria.

Los mecanismos de control parcialmente accionados por el tránsito permiten tener verde continuo mientras no existan demandas sobre la vía secundaria. El paso sobre la calle secundaria solo es permitido en momentos en donde no se vea afectada la coordinación de acuerdo a una programación previa, teniendo en cuenta que las demás intersecciones del corredor coordinado estén interconectadas a una central de control del tránsito.

113.18.3 (b) Control totalmente accionado por el tránsito

En los controles totalmente accionados por el tránsito, los detectores se instalan en todos los accesos de la intersección y el derecho de paso se le da a una calle como resultado de uno o más accionamientos en esa misma calle. Cuando no hay demandas del tránsito en ninguna de las calles, la indicación de luz verde normalmente permanecerá en aquella a la que se dio por último; pero, cuando una de las calles tenga más tránsito que las demás, podrá resultar de mayor eficacia revertir el derecho de paso a esa calle.

En el caso de accionamiento continuo en una misma calle, el derecho de paso se cederá al tránsito que espera en la calle transversal. Al terminar un lapso predeterminado, automáticamente regresará a la primera calle en la primera oportunidad, la cual no se puede presentar sino hasta después de terminado un período mínimo con la indicación de luz verde en la calle transversal.

La duración de la indicación de luz verde para cada calle, en condiciones normales de tránsito, fluctuará entre los valores máximo y mínimo prefijados, dependiendo de los lapsos entre los accionamientos. Con el tipo más común de control totalmente accionado por el tránsito, el derecho de paso, de acuerdo con los accionamientos, será cedido inmediatamente a la calle transversal si el tiempo transcurrido entre accionamientos en la calle con indicación de luz verde excede cierto valor predeterminado y si el período mínimo para dicha calle ha expirado.

Por tanto, el derecho de paso cambiará de calle a calle según la frecuencia de los lapsos entre el paso de vehículos sucesivos que excedan los tiempos prefijados para cada una de las calles. Cuando se presente alto volumen de tránsito, esos lapsos serán poco frecuentes y los intervalos con luz verde se extenderán a los máximos, por lo que, bajo estas condiciones, la operación de controles accionados por el tránsito tiende a confundirse con las de los controles no accionados por el tránsito.

Los controles totalmente accionados por el tránsito, de cualquiera de sus tipos, se pueden emplear en operaciones de más de dos fases. Hay equipos de tres o cuatro fases y la operación de controles en esas intersecciones es similar en principio, a la operación de dos fases. Con este equipo se da la oportunidad de derecho de paso a varias fases de rotación, saltándose aquellas para las que no existe demanda. Con el uso de controles de tres o cuatro fases, es posible permitir circulaciones que no interfieran entre sí durante más de una de las fases; por lo tanto, un control de tres fases puede regular cuatro o cinco flujos, siempre que únicamente tres de ellas normalmente interfieran entre sí. El accionamiento por parte de los peatones se debe prever cuando sean necesarios períodos menores con indicación de luz verde, para establecer intervalos que permitan el cruce seguro de los mismos.

113.18.3 (c) Control adaptable a la densidad del tránsito

Los controles adaptables a la densidad del tránsito, totalmente accionados por éste, permiten que el intervalo correspondiente a los lapsos entre el paso de vehículos sucesivos que exceden los tiempos prefijados para cada una de las calles, disminuya durante cada fase, de acuerdo con ciertos factores de circulación. Por lo tanto, la posibilidad de que el intervalo de luz verde termine y se ceda el derecho de paso a la calle transversal aumenta proporcionalmente a la disminución del tránsito que circula con luz verde, al transcurso del tiempo durante el cual se tienen vehículos detenidos con la indicación de luz roja y al número de los mismos. Estos y otros factores hacen que el control totalmente accionado por el tránsito de este tipo sea más sensible a las demandas de circulación con amplias variaciones de intensidad.

Por medio de un sistema que usa un control maestro accionado por la circulación para supervisar los controles locales, se logra una combinación ventajosa de los sistemas de semáforos no accionados por el tránsito con sincronización progresiva flexible y de los semáforos accionados por el tránsito.

Para ello, se instalan detectores estratégicos del sistema progresivo para suministrar al control maestro la información del tránsito en esos puntos. El control maestro selecciona el ciclo y los desfasamientos predeterminados para lograr el mejor equilibrio de acuerdo con las intensidades de circulación que se presentan en ese tiempo. Los controles locales estarán conectados al control maestro, que los manejará en un momento dado conforme al ciclo y desfasamiento seleccionados por el control maestro.

En el sistema de control adaptable a la densidad del tránsito, el cambio de una combinación de tiempos a otra se efectúa rápidamente y con interferencia mínima para el tránsito que circula durante el cambio. Si los controles locales son parcialmente accionados por el tránsito, la duración de la fase correspondiente a la calle secundaria, dentro del ciclo seleccionado, se determina por medio de accionamientos en detectores instalados en la misma. Este sistema permite una gran flexibilidad para lograr la coordinación efectiva de circulaciones tanto en una vía como en una red de calles.

113.18.3 (d) Otros controles coordinados

Además del control adaptable a la densidad del tránsito, existen otras aplicaciones de controles accionados por el tránsito para lograr la operación coordinada de una serie de intersecciones con semáforos, como las siguientes:

- **Ciclo supervisor general:** Se puede imponer un ciclo supervisor general sobre una serie de controles parcialmente accionados por el tránsito mediante un control maestro de tiempo, que envía impulsos a cada uno de los controles o por medio de un control local o por motores de sincronización en cada intersección. El ciclo general y los desfasamientos se determinan de la misma manera que para un control accionado por el tránsito. La función del ciclo supervisor es asegurar que los controles parcialmente accionados por el tránsito permitan, cuando menos, el intervalo mínimo de luz verde en la calle principal en la proporción de tiempo más conveniente para mantener la circulación progresiva en ella. Cada control parcialmente accionado por el tránsito incrementa el intervalo de luz verde en la calle principal todo el tiempo que no lo requiera la demanda de la calle secundaria y, por lo tanto, permite la mayor fluidez posible. Una desventaja que se puede presentar es que un intervalo de luz verde tan largo puede congestionar seriamente alguna intersección adyacente en la que las demandas del tránsito transversal sean mayores.

El tipo de operación que se acaba de describir, obviamente, no tiene las mismas características relativas a la regulación de velocidades que un sistema progresivo y, por ende, sólo se debe emplear cuando es más importante mover el mayor volumen de tránsito y con el mínimo de demora controlar las velocidades.

- **Casos especiales de sistemas progresivos de tiempo:** Una aplicación más del accionamiento del tránsito en circulaciones coordinadas se presenta en un sistema progresivo con semáforos accionados en el que la distancia entre intersecciones en uno o más lugares del sistema es tal, que la mejor disposición de los tiempos progresivos implica una reducción en la eficiencia de la sincronización, las intersecciones complicadas en un sistema progresivo, también pueden ocasionar dificultades para fijarlos tiempos. En dichos casos, es posible lograr mejores resultados con controles accionados por el tránsito.
- **Coordinación mutua:** La coordinación mutua se realiza a través de dos controles parcialmente accionados por el tránsito, aislados, ubicados en intersecciones adyacentes o próximas entre sí, de tal manera que se reduzcan al mínimo las paradas del tránsito en la arteria principal. Esto se logra interconectando los controles de manera que haya un desfase fijo entre accionamientos en las calles transversales.

113.18.4 CONTROLES DE SEMÁFOROS PARA PASOS PEATONALES

113.18.4 (a) Controles en zonas de alto volumen peatonal

El control de las indicaciones de los semáforos para peatones se puede efectuar con el mecanismo de tiempo que normalmente se emplea en los semáforos de vehículos, en cuyo caso la fase o indicación para peatones se dará en un punto predeterminado durante cada ciclo, o bien, el control podrá ser accionado por los peatones a través de botones o teclas para introducir la fase o indicación, de acuerdo a las necesidades de los mismos.

Por regla general, debe evitarse la instalación de semáforos para peatones en puntos fuera de las intersecciones. Sin embargo, cuando los semáforos se hacen necesarios debido a condiciones especiales, el tipo de control que se deberá emplear es el accionado por los peatones, coordinado con los semáforos adyacentes.

113.18.4 (b) Controles en zonas escolares

El tipo de control es similar al utilizado en los semáforos intermitentes, cuya descripción se indica en el acápite 113.18.5.

113.18.5 CONTROLES PARA SEMÁFOROS INTERMITENTES O DE DESTELLO

Deberá usarse un dispositivo de encendido intermitente, generalmente instalado en un gabinete separado, retirado del semáforo, sólo para suministrar iluminación intermitente o de destello a la lente o lentes del semáforo. Las partes que componen el control son:

- **Unidad de destello:** Generalmente es electrónica de estado sólido, con capacidad de carga máxima de 10 amperios en sus circuitos de salida, con un voltaje de alimentación de 115 voltios.
- **Tablero:** Sirve de enlace entre la unidad de destello y las luces de los semáforos. Consta de un interruptor de apagado y encendido, un porta fusible para proteger la unidad de destello y una tira de terminales para conectar la alimentación y los conductores que van a las luces de los semáforos.

- **Aditamento especial:** Interruptor de llave externo, montado en la puerta del gabinete para poder encender o apagar el control sin tener que abrir el gabinete

113.18.6 CONTROLES DE SEMÁFOROS PARA REGULAR EL USO DE CARRILES

Los controles podrán funcionar en forma automática y manual. El mecanismo deberá permitir que se ilumine la luz roja en ambos sentidos en los carriles donde la circulación se puede invertir. La posibilidad de una indicación errónea con luz verde en ambas direcciones en el mismo carril deberá evitarse mediante un dispositivo que permita la luz verde en un sentido, únicamente cuando el otro esté en rojo.

Por la importancia que tiene el encendido de las lámparas en la seguridad, es necesario que en cada lente existan dos fuentes luminosas (lámparas), para que, en el caso de que se funda una, la otra entre en operación automáticamente, para lo cual deberá adicionarse un dispositivo especial.

113.18.7 CONTROLES DE SEMÁFOROS Y BARRERAS PARA INDICAR LA APROXIMACIÓN DE TRENES

Este tipo de controles generalmente actúan automáticamente, pero también pueden ser accionados manualmente cuando los semáforos se encuentran cercanos a la estación del ferrocarril.

Las características de operación y funcionamiento de estos controles serán similares a los controles para semáforos intermitentes o de destello. Las partes que los componen son: la unidad de destello y el tablero.

A diferencia de los controles para semáforos intermitentes, estos controles funcionarán cuando sean activados por el ferrocarril a través de los detectores instalados en la vía, suspendiendo su funcionamiento cuando la parte posterior del tren haya salido del cruce.

En los cruces de la vía del ferrocarril con la carretera en zona rural, los controles generalmente tienen su fuente de energía de baterías especiales que deberán reemplazarse con la frecuencia que lo requieran, evitando con ello el riesgo de que el semáforo esté fuera de funcionamiento en el instante en que se aproxime el tren.

En zona urbana, la energía para activar el control podrá ser tomada de las instalaciones eléctricas existentes en el lugar, pero deberá colocarse un transformador debido al bajo voltaje con que operan los dispositivos del control.

Si el cruce de la vía del ferrocarril con la calle se encuentra adyacente a una intersección regulada por semáforos, los controles de ambos sistemas deberán estar sincronizados de tal forma que, cuando se aproxime el ferrocarril al cruce las indicaciones en la intersección, eviten el acceso de los vehículos a la calle que cruza la vía del ferrocarril, con el fin de no ocasionar congestionamiento.

Cuando se instalen barreras, éstas deberán tener un mecanismo conectado al control para que, en el momento en que comience a funcionar al semáforo, se accione dicho mecanismo y la barrera inicie su movimiento descendente hasta llegar a su posición horizontal. En el instante en que la parte posterior del tren haya salido del cruce, la barrera se accionará nuevamente para que regrese a la posición vertical.

113.19 DETECTORES

113.19.1 ASPECTOS GENERALES

Un detector es cualquier dispositivo capaz de registrar y transmitir los cambios que se producen o los valores que se alcanzan en una determinada característica del tránsito.

Los detectores normalmente forman parte integral de los semáforos accionados por el tránsito, que difieren de los no accionados en que estos últimos no necesitan unidades detectoras. Sin embargo, existen también detectores que tienen una aplicación especial, como los utilizados para peatones, vehículos de emergencia y ferrocarril. Los detectores de uso común para semáforos accionados por el tránsito son de presión, magnéticos y de radar, existiendo otros tipos que se han usado en grado limitado, como ópticos, acústicos, de rayos infrarrojos, ultrasónicos y neumáticos.

Cada uno de estos tipos tiene sus ventajas y desventajas y la elección se debe hacer sólo después de haber tomado en consideración todas las condiciones geométricas y del tránsito de la intersección.

Los detectores especiales para peatones, para vehículos de emergencia y para indicar la aproximación de trenes tienen cada uno de ellos características particulares.

113.19.2 DETECTORES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS

113.19.2 (a) Detectores de presión

El detector de presión se instala en la calle o carretera y funciona mediante la presión ejercida por las ruedas del vehículo. Se puede comparar a un interruptor eléctrico, cuyo circuito se cierra por presión de la rueda. Pueden ser accionados por vehículos que viajan con velocidades hasta de 100 kilómetros por hora, pero resultan inoperantes si el vehículo se detiene sobre el detector.

113.19.2 (b) Detectores magnéticos

Los detectores magnéticos son accionados por la alteración de un campo magnético causado por el paso de un vehículo y son de dos tipos: no compensados y compensados. Sólo registran vehículos en movimiento y, en consecuencia, se vuelven inoperantes o de operación continua cuando hay vehículos estacionados o algunos objetos fijos de metal dentro de su zona de influencia. Los dos tipos requieren de unidades auxiliares para amplificar los muy bajos voltajes que se generan en sus bobinas por el paso de los vehículos.

- **Detectores no compensados:** Tienen una zona de influencia ajustable hasta 3 m más allá de cada extremo del detector. Al aumentar esa distancia, la sensibilidad respecto de los vehículos que se mueven despacio disminuye de tal manera, que a la distancia máxima de 3 m sólo son registrados los vehículos que viajan a más de 20 kilómetros por hora. Los detectores no compensados son inapropiados en sitios en donde se necesita una delimitación precisa o que estén sujetos a influencias externas electromagnéticas, como las que causan tranvías, trolebuses y líneas de energía eléctrica.
- **Detectores compensados:** Los detectores de este tipo tienen dos circuitos magnéticos y están diseñados de manera que su funcionamiento no resulte afectado por influencias extrañas electromagnéticas. Están contruidos para instalarse a nivel de la superficie de rodadura y se caracterizan por estar bien definida su zona de influencia, la que generalmente se extiende únicamente 15 cm más allá de cada extremo del detector. Los buenos detectores

de este tipo alcanzan un alto grado de sensibilidad para registrar los sentidos de circulación y, por lo tanto, podrán usarse eficazmente encalles angostas.

113.19.2 (c) Detectores de radar

El detector de radar está diseñado para ser instalado sobre la calle o carretera y es accionado por el paso de un vehículo a través del campo de energía de microondas que emite. Tiene capacidad limitada para registrar los sentidos de circulación y responde sólo a vehículos que se mueven a más de 3 kilómetros por hora. No lo afectan los vehículos estacionados ni las influencias electromagnéticas comunes. Cada detector incluye su unidad amplificadora. Tiene una zona ajustable de influencia transversal, que varía desde 2,75 metros hasta 10,50 metros, a la altura normal de instalación.

113.19.2 (d) Ubicación de detectores de vehículos para controles diferentes a los adaptables a la densidad del tránsito

- i. **Ubicación longitudinal:** La ubicación de los detectores de vehículos respecto de la línea de parada se deberá determinar después de efectuar un estudio tomando en consideración todos los factores que intervienen, inclusive tipo y características de funcionamiento del control, velocidades de acceso de vehículos, pendientes y anchura de la calle o carretera, visibilidad, entradas de vehículos y carriles exclusivos para giros. Para equipo de control parcial y totalmente accionado por el tránsito, se podrá usarla tabla 113.4. como guía.

Si la intersección tiene un acceso canalizado y carriles especiales para giros, algunos de los espaciamientos de los detectores a veces tendrán que ser relativamente cortos, debido a las limitaciones impuestas por la longitud de los carriles para los giros, por las velocidades menores en ellos y por la necesidad de evitar accionamientos falsos.

Las dos últimas columnas de la tabla indican el tiempo mínimo a que se debe fijar el disco de control para diversas distancias entre el detector y la línea de pare. Estos períodos mínimos sirven para que los vehículos que accionan el detector reciban la indicación de luz verde en el acceso correspondiente. Un espaciamiento corto entre el detector y la línea de parada permitirá usar valores menores con reacciones más rápidas del control. Un espaciamiento mayor, por otra parte, le permitirá al control reaccionar con respecto a un vehículo más distante y a veces evitar una parada innecesaria mediante un período adicional de luz verde o una extensión del período normal, antes de que el vehículo llegue a la línea de pare.

TABLA 113.4 UBICACIÓN DE DETECTORES PARA EQUIPO DE CONTROL PARCIAL Y TOTALMENTE ACCIONADO POR EL TRÁNSITO

VELOCIDAD QUE COMPRENDE EL 85% DEL TRÁNSITO EN EL ACCESO	DISTANCIA LÍNEA DE PARADA(*) (m)	PERÍODO INICIAL MÍNIMO APROXIMADO	EXTENSIÓN DE TIEMPO MÍNIMO APROXIMADO(**) (s)
---	---	--	--

(km/h)		(s)	
Menor de 30	34	11	4
30 a 49	43	15	4
50 a 65	52	18	4
Mayor de 65	64 o mayor	23	4

(*) Distancias para acceso de uno ó de dos carriles a nivel para anchos mayores y con visibilidad no restringida; las distancias se pueden aumentar de 19% al 15%.

(**) La suma del período inicial más una extensión de tiempo es el período mínimo con indicación de luz verde.

Si existen entradas de vehículos a predios comerciales cerca de un detector, a veces resulta conveniente apartarse un poco de las distancias dadas por la tabla. Sin embargo, si la entrada está relativamente cerca de la línea de pare conviene instalar un detector especial por el que tengan que pasar los vehículos que salen del predio. Este deberá ser un detector de advertencia que funcione únicamente cuando hay luz roja. Este arreglo permitirá al control funcionar normalmente con el detector de advertencia y a la vez asegurar que el tránsito de la salida comercial pueda pedir el derecho de paso cuando no haya otra circulación de vehículos.

- ii. **Ubicación transversal:** Los detectores de presión y los magnéticos compensados se deberán colocar transversalmente en la calle o carretera, de manera que una o más ruedas de todos los vehículos que se aproximan a la intersección pasen sobre ellos. Los primeros se colocarán a nivel de la superficie de rodadura, mientras que los segundos se instalarán en ductos bajo la superficie de rodadura a una profundidad que variará entre 15 y 30 cm.

El detector de presión más cercano al eje de la vía se deberá localizar con un extremo aproximadamente 90 cm del eje. En accesos con varios carriles o en vías de un solo sentido, por lo general, será necesario colocar un detector en cada carril con una distancia libre entre detectores, no mayor de 1,20 m. Debe hacerse notar que los controles adaptables a la densidad del tránsito, en algunos casos podrán funcionar eficazmente por medio de detectores instalados únicamente en el carril que se seleccione década acceso.

La ubicación de un detector magnético compensado será aproximadamente la misma que la del detector a presión; pero se deberá tomar en cuenta que la sensibilidad del primero se extiende alrededor de 15 cm por fuera de cada extremo.

El detector magnético no compensado, cuando se ajusta para su mayor alcance, no tiene un punto bien definido hasta el cual se extiende su sensibilidad, y no debe usarse a menos que se necesite un alcance muy amplio. La ubicación recomendable es de 15 a 30 cm bajo la superficie de rodadura, en la línea por la que normalmente viajan las ruedas

derechas del vehículo. Este tipo de detector es inapropiado para registrar vehículos en un solo carril.

El detector de radar se podrá instalar a la altura máxima permitida entre la calzada y un obstáculo superior, generalmente de 5 m, hasta un máximo de 5,50 m. Mientras más precisión se requiera, menor deberá ser la altura.

113.19.2 (e) Ubicación de detectores de vehículos para controles adaptables a los volúmenes de tránsito

En los controles de volúmenes de tránsito será indispensable dejar distancias relativamente grandes entre el detector y la línea de pare, puesto que gran parte de su eficacia depende de su capacidad para recibir la información del tránsito que se aproxima con la mayor anticipación posible. Para las condiciones normales, las distancias que aparecen en la tabla 113.5 han resultado satisfactorias. Si se necesita una mayor separación de grupos de vehículos, los espaciamientos podrán aumentarse en un 20%.

TABLA 113.5 UBICACIÓN DE DETECTORES PARA CONTROLES DE DENSIDAD DE TRÁNSITO

VELOCIDAD QUE COMPRENDE EL 85% DEL TRÁNSITO EN EL ACCESO (km/h)	DISTANCIA A LA LÍNEA DE PARADA (m)
32 a 48	73
49 a 64	82
65	A
80	96
Mayor de 80	114 ó mayor

113.19.3 DETECTORES DE PEATONES (BOTONES DE DEMANDA PEATONAL)

Además de los detectores para registrar la demanda de vehículos que se aproximan a una intersección, es necesario en muchos casos, disponer de un medio para registrar la demanda del tránsito de los peatones. Para este propósito se usarán botones o teclas para ser accionados por los peatones.

Los detectores de peatones se deben instalar sobre postes, localizados cerca de cada extremo del cruce, a una altura sobre la acera de 1,00 a 1,20 m acompañados de señales permanentes explicando su propósito y uso, que se colocarán por encima de los detectores o junto a ellos. Cuando dos cruces de peatones orientados en diferentes sentidos terminan cerca del mismo lugar, la ubicación de las teclas o botones indicará con claridad a cuál de los cruces corresponde. Las teclas para usos especiales, que deban ser manejadas exclusivamente por personas autorizadas, se encerrarán bajo

llave para impedir que sean accionados por el público, no necesitándose en este caso las señales complementarias.

113.19.4 DETECTORES PARA INDICAR LA APROXIMACIÓN DE TRENES

Generalmente son del tipo magnético, accionados por el ferrocarril. Su diseño dependerá de las condiciones físicas de cada lugar así como de las correspondientes de operación, debiendo preverse que su instalación se realice de tal forma que inicie el funcionamiento de los semáforos antes de la llegada del ferrocarril al cruce.

Donde existan diferencias importantes entre las velocidades de los trenes, el detector se ubicará de manera que permita ajustar los tiempos a sus velocidades de operación.

114. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

114.01 GENERALIDADES

Este capítulo tiene por objeto establecer las guías básicas a seguir durante el suministro, almacenamiento, transporte, instalación y/o ejecución de señales verticales y horizontales de tránsito, y sistemas de semaforización, conforme se establezca en los planos del Proyecto o lo indique el Ingeniero. El diseño de las señales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en la presente Guía y las normas que la complementen o sustituyan.

Los requerimientos y especificaciones indicados en el presente capítulo son de carácter normativo, estableciendo las características mínimas de los elementos a construir, instalar y/o ejecutar.

Del mismo modo, las figuras tipo corresponden a lineamientos generales, siendo deber del proyectista definir y respaldar con las memorias de cálculo respectivas las diferencias entre las estructuras presentadas en las láminas tipo y las estructuras que efectivamente serán construidas. Estas diferencias típicamente corresponderán a modificaciones del diseño debidas a las características del suelo de fundación, cargas de viento y a la geometría de la estructura.

El presente capítulo abarca los temas básicos de una Especificación Técnica General, es decir:

- **Descripción:** Donde se establece el alcance y se realiza una definición de los trabajos incluidos en la especificación técnica, detallando qué ítems de obra están comprendidos en ella.
- **Materiales:** Se realiza la descripción de los materiales a utilizar, haciendo referencia a las normas aplicables para el control de calidad y aceptación para su uso en la obra.
- **Equipo:** Se establecen las características generales y condiciones mínimas aceptables de los equipos principales a utilizar para la ejecución de los trabajos incluidos en la especificación técnica.

- **Ejecución:** Se realiza una descripción detallada de los métodos constructivos que se deberán aplicar para la ejecución de los trabajos incluidos en la especificación técnica.
- **Control por el Ingeniero:** Es una descripción de las tareas de verificación de calidad de los trabajos en obra, que deben ser cumplidas por el Ingeniero (Fiscal), con el fin de proceder a su aceptación o rechazo.
- **Medición:** Es una descripción detallada del método de medición a aplicar con el fin de determinar las cantidades aceptadas y las tolerancias mínimas exigibles para cada ítem de obra incluido en la especificación técnica.
- **Pago:** Se realiza una descripción del método que se aplicará y de todos los rubros incluidos en el precio unitario para el pago de los ítems que comprende la especificación técnica.

Una vez definidas las especificaciones técnicas de señalización horizontal y vertical, y sistemas de semaforización, se recomiendan los ítems de obra a considerar para la ejecución del presupuesto, indicando la unidad de medida a utilizar.

El proyectista podrá incorporar en el presupuesto de ejecución otros ítems de obra que considere necesarios, siempre que se ajusten a las descripciones, materiales, métodos de ejecución, medición y pago establecidos en la presente Guía. En caso necesario, podrá redactar Especificaciones Técnicas Especiales que abarquen aquellos ítems de obra no contenidos en el presente capítulo.

En la última parte de esta sección, se trata el tema de Mantenimiento y Conservación, agrupando estas actividades en Limpieza, Reacondicionamiento y Reemplazo.

114.02 SEÑALES VERTICALES

114.02.1 DESCRIPCIÓN

Abarca la provisión e instalación de señalización caminera del tipo vertical lateral, aérea (vertical sobre la calzada) y las señales de canalización y balizamiento, incluyendo los postes de sustentación de las primeras, y todos los elementos accesorios requeridos.

114.02.1 (a) Señales Verticales Laterales

Son los dispositivos de seguridad instalados a un costado de la vía con el fin de proporcionar, a los conductores, información preventiva, reglamentaria o de interés general (servicios, sitios turísticos, información geográfica y otros).

Estos dispositivos están constituidos por varios elementos, a saber:

- Placa(s).
- Poste(s).
- Pernos.
- Hormigón.

114.02.1 (b) Señales Verticales Aéreas

Son los dispositivos de seguridad instalados algunos metros encima de la vía con el fin de proporcionar, a los conductores, información preventiva, reglamentaria o de interés general (servicios, sitios turísticos, información geográfica y otros).

Estos dispositivos están constituidos por varios elementos, a saber:

- Placa(s).
- Estructura(s).
- Acero estructural de refuerzo para hormigones.
- Galvanizado y pintura de estructuras.
- Pernos.

114.02.1 (c) Señales Verticales de Canalización y Balizamiento

Son los dispositivos de seguridad instalados algunos metros encima de la vía con el fin de proporcionar, a los conductores, información preventiva, reglamentaria o de interés general (servicios, sitios turísticos, información geográfica y otros).

Estos dispositivos están constituidos por varios elementos, a saber:

- Placa(s).
- Poste(s).
- Pernos.
- Hormigón.

114.02.1 (d) Figuras Tipo

A continuación, se presentan Figuras tipo con indicaciones y referencias para la construcción y diseño de señales y Estructuras Tipo Marco y Bandera. Las estructuras presentadas son referenciales y tienen como objetivo servir de guía para el diseño de las estructuras definitivas.

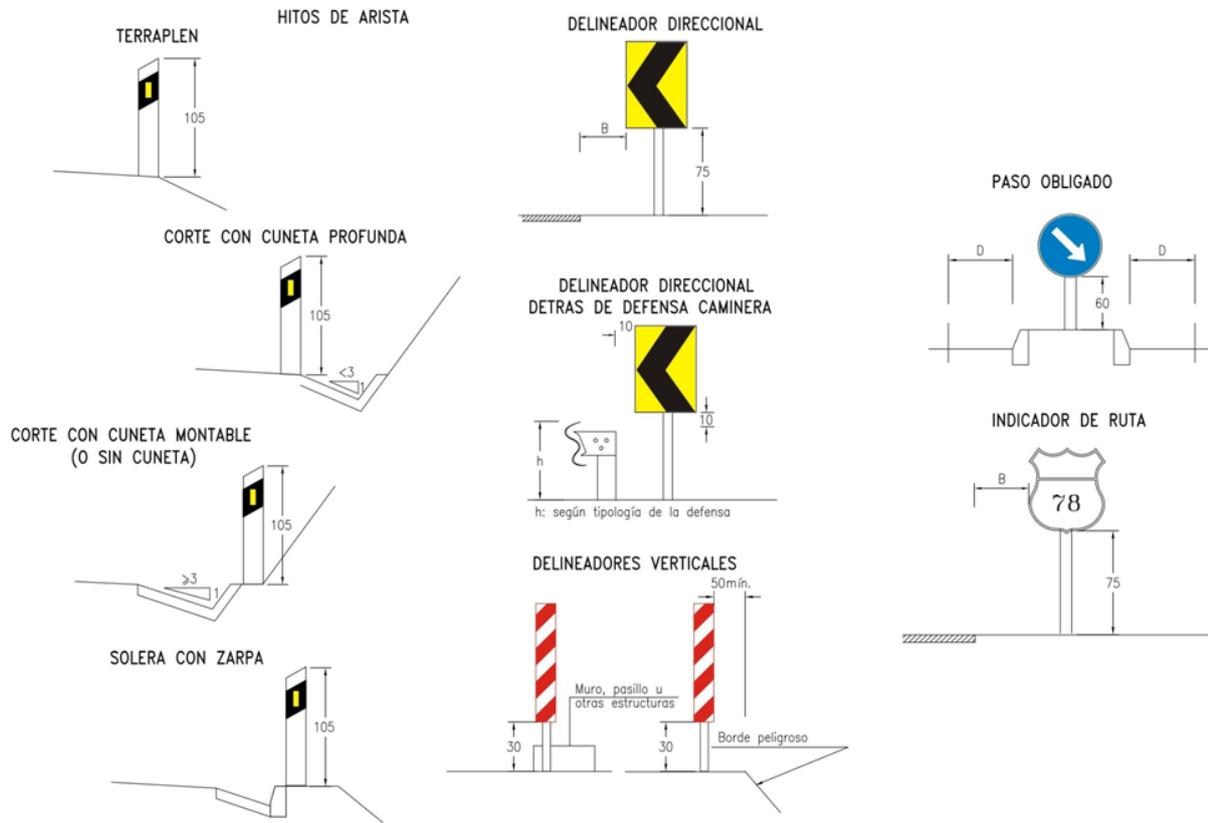


FIGURA 114.1. CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES VERTICALES

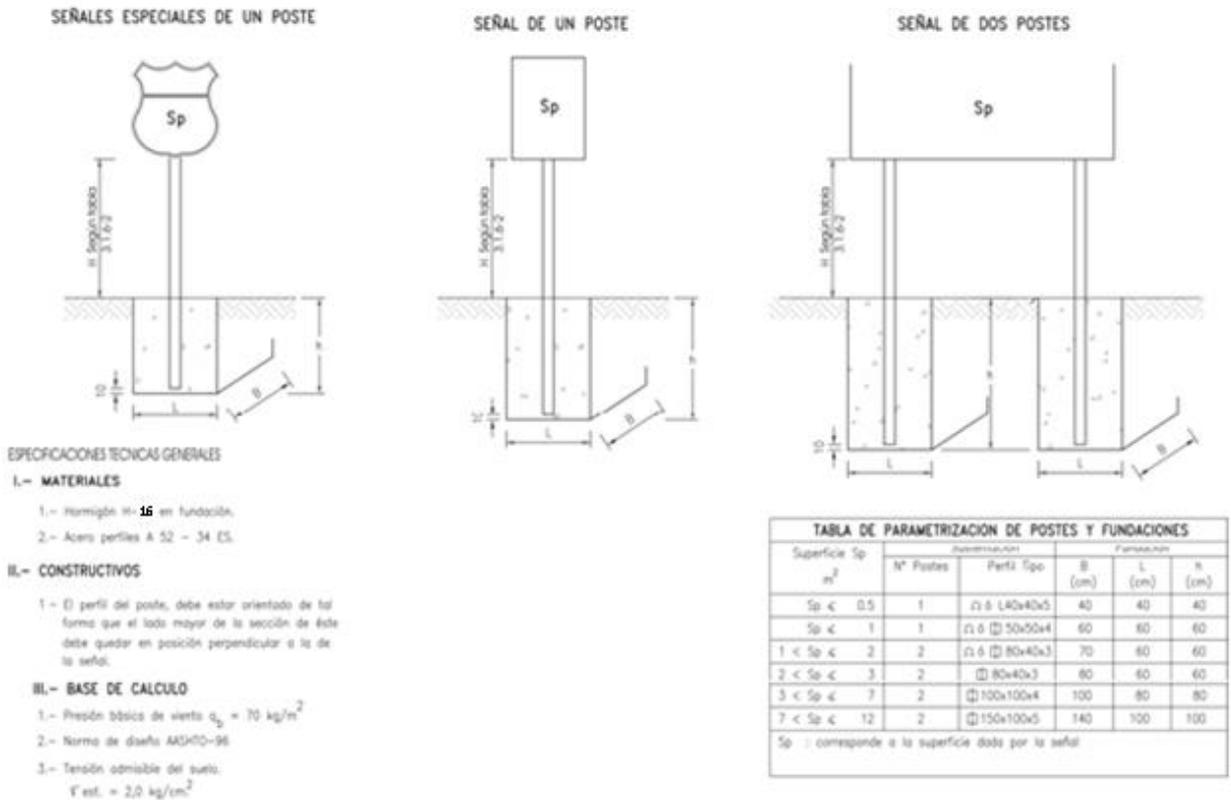
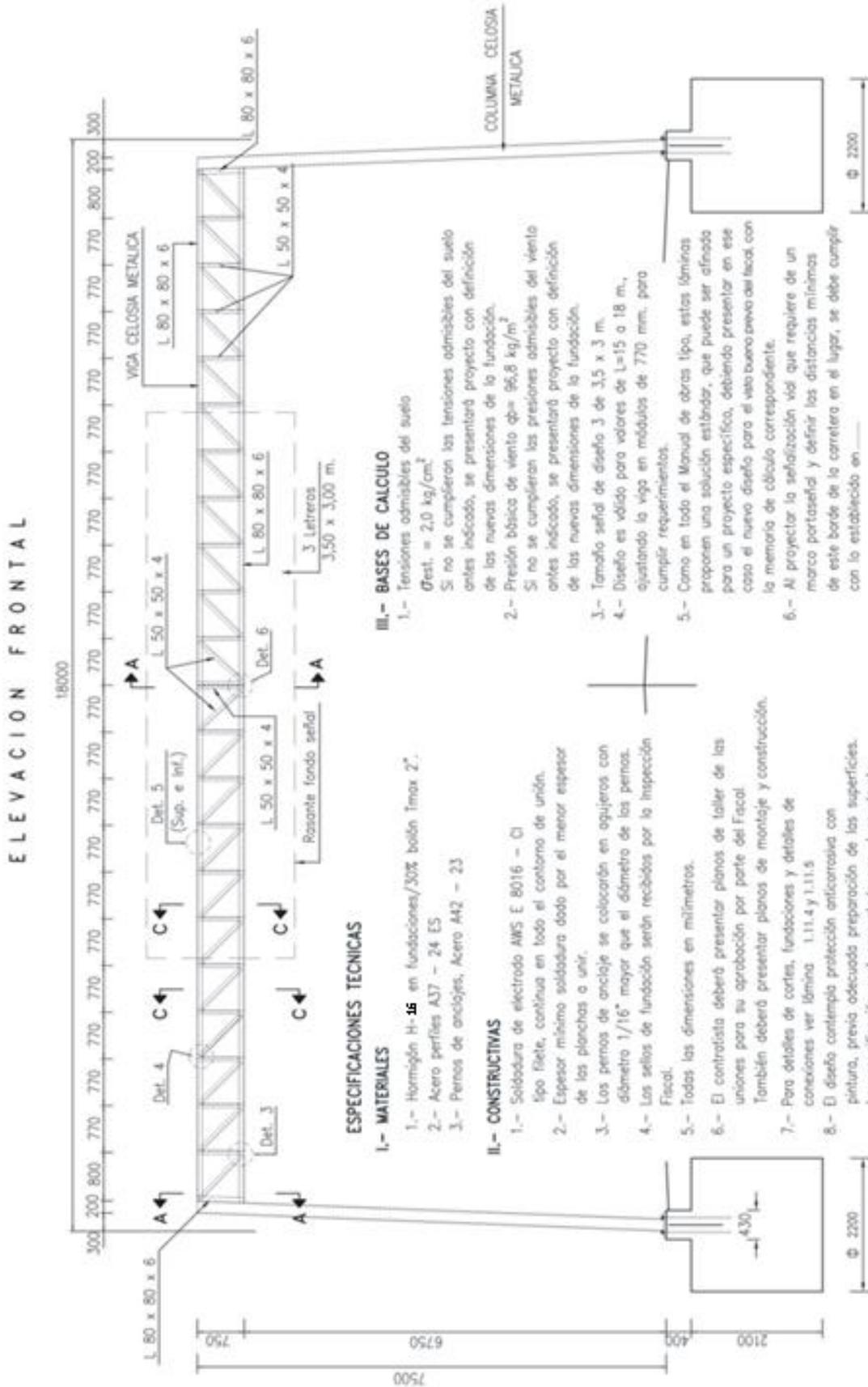


FIGURA 114.2. FUNDACIÓN DE SEÑALES VERTICALES

FIGURA
114.3.



ESTRUCTURA TIPO MARCO PORTA SEÑALES

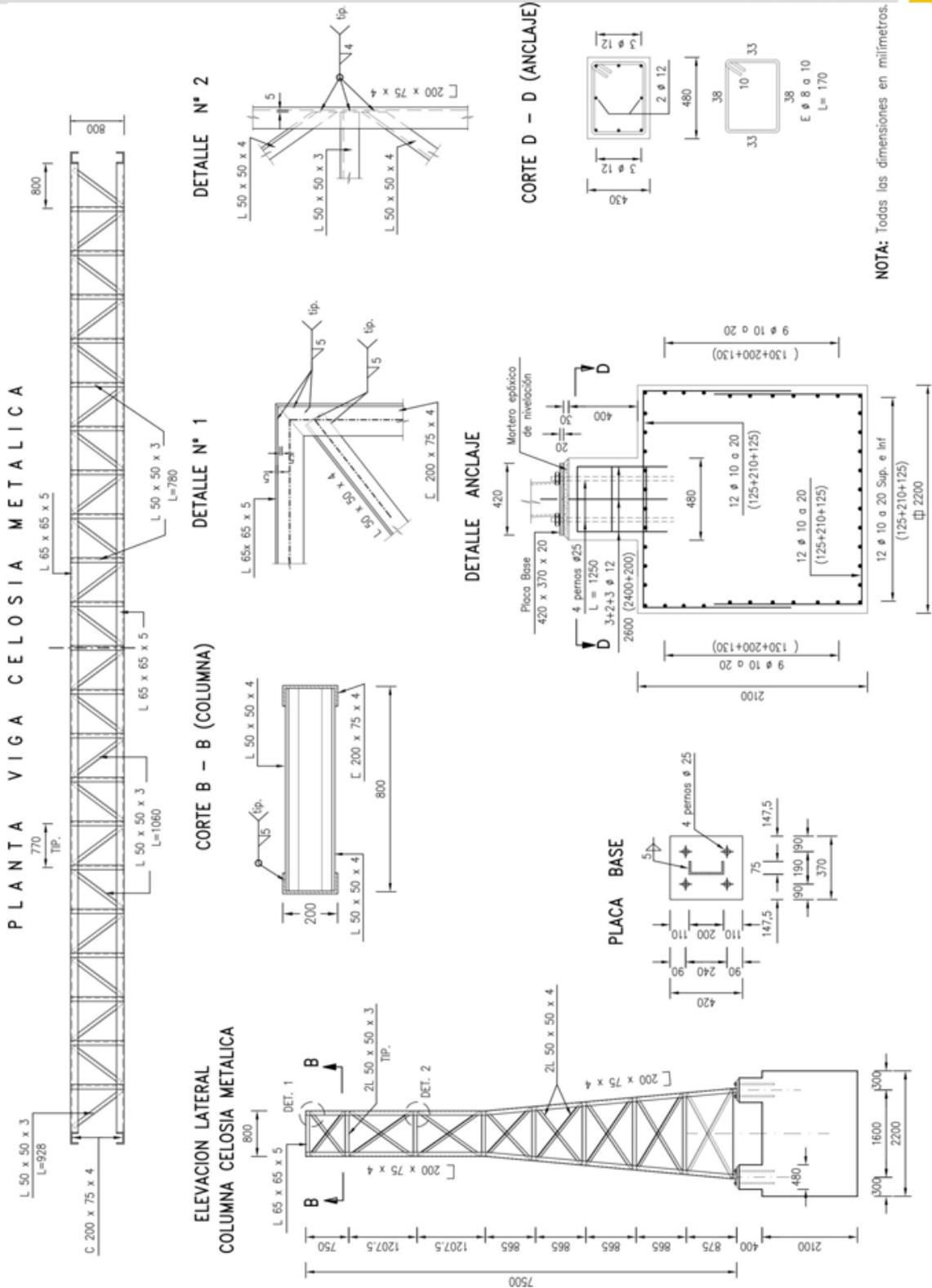
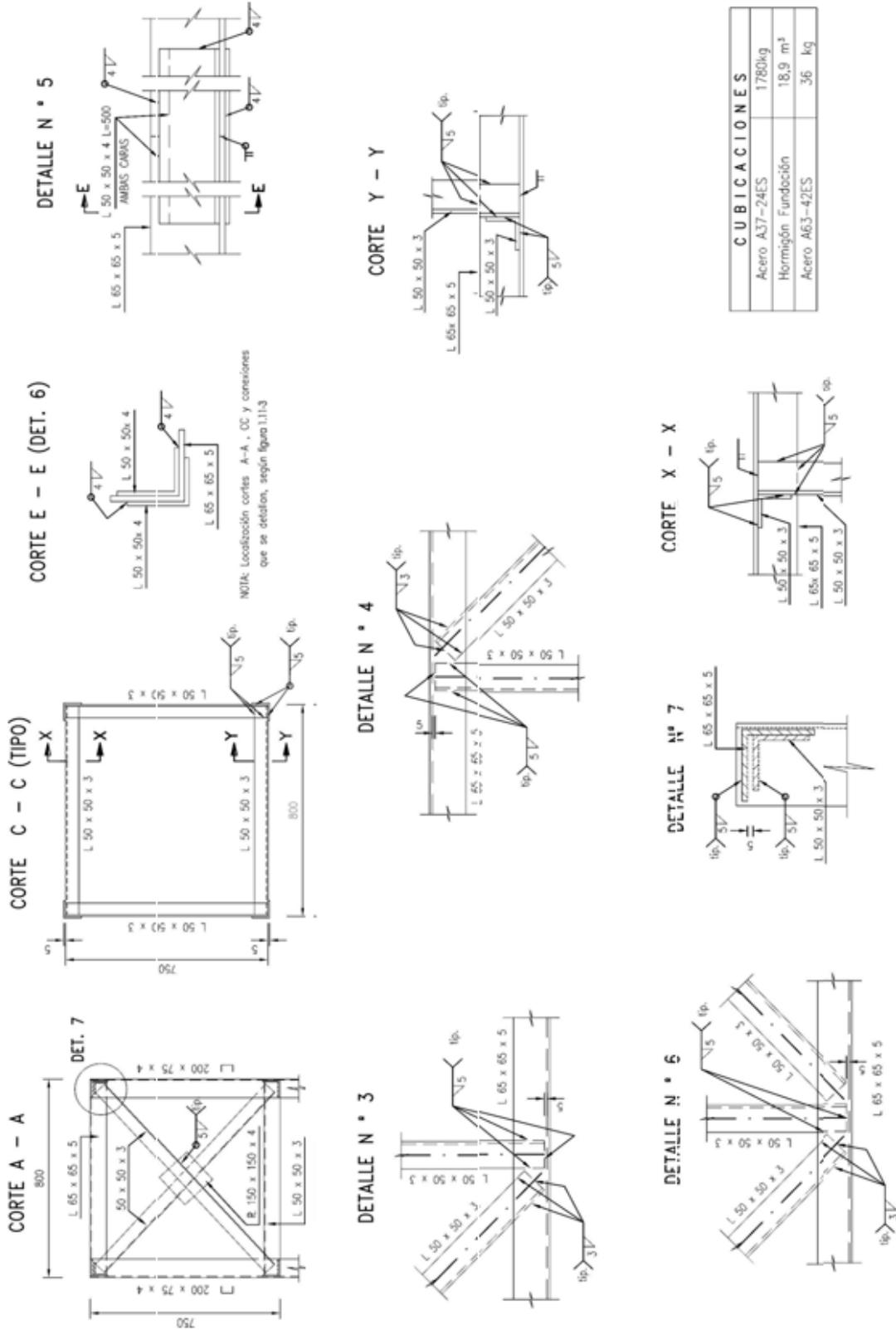


FIGURA 114.4. ESTRUCTURA TIPO MARCO PORTA SEÑALES (CONTINUACIÓN)



Nota.- Todas las dimensiones en milímetros.

FIGURA 114.5. ESTRUCTURA TIPO MARCO PORTA SEÑALES (CONTINUACIÓN)

- 3.- Los pernos de anclaje se colocarán en agujeros con diámetro 1/16" mayor que el diámetro de los pernos.
- 4.- Los sellos de fundación serán recibidos por la Inspección Fiscal.
- 5.- Todas las dimensiones en milímetros.
- 6.- El contratista deberá presentar planos de taller de las uniones para su aprobación por parte de la Inspección Fiscal. También deberá presentar planos de montaje y construcción.
- 7.- Para detalles de cortes, fundaciones y detalles de conexiones ver figura 1.111-7.
- 8.- Perfiles tubulares de acero galvanizado por tratamiento de inmersión en baño de zinc fundido.
- 9.- Diseño válido para valores alternativos de L entre: $6,0 < L < 7,3$ m.
- 10.- El galbo mínimo de la bandera portaseñal será de: $H_{\text{mín}} = 5,5$ m., desde la rasante del camino a la rasante de fondo de la señal.
- 11.- Detalles en lámina 3.1.11.9

III.- BASES DE CALCULO

- 1.- Tensiones admisibles del suelo
 $\sigma_{\text{rest.}} = 2,0 \text{ kg/cm}^2$
Si no se cumplen las tensiones admisibles del suelo antes señaladas el proyecto definirá las dimensiones de las fundaciones.
- 2.- Presión básica de viento $q_b = 96,8 \text{ kg/m}^2$
Si no se cumplen las presiones admisibles del viento antes indicado, se presentará proyecto con definición de las nuevas dimensiones de la fundación.
- 3.- Señal de diseño: Una de $3,0\text{m} \times 3,06\text{m}$
- 4.- Como en todo el Manual de obras tipo, estos láminas proponen una solución estándar, que puede ser afinada para un proyecto específico, debiendo presentar en este caso el nuevo diseño para el vato bueno previo del Fiscal, con la memoria de cálculo correspondiente.
Al proyectar la señalización vial que requiere de una bandera portaseñal y definir las distancias mínimas de este al borde de la carretera en el lugar, se debe cumplir con lo establecido.

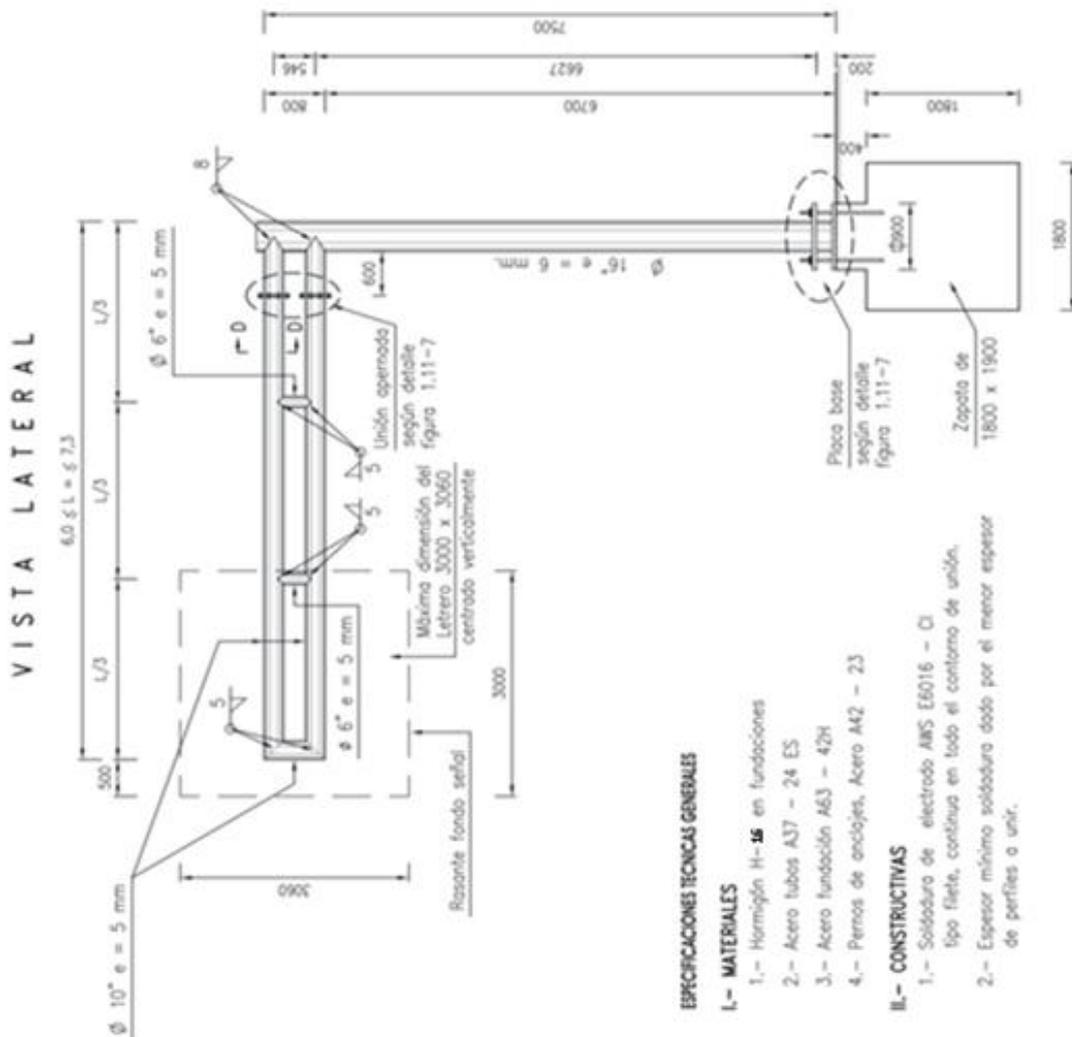


FIGURA 114.6. ESTRUCTURA TIPO BANDERA O MÉNSULA

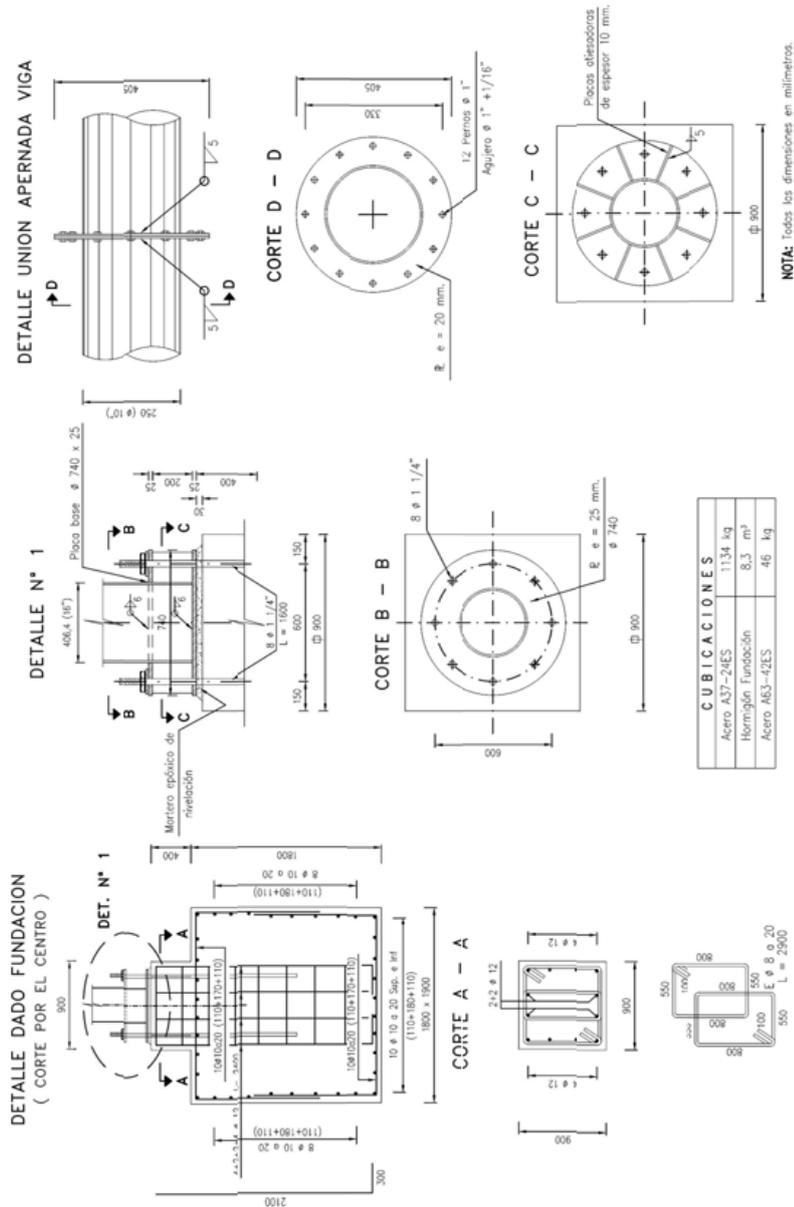


FIGURA 114.7. ESTRUCTURA TIPO BANDERA O MÉNSULA (CONTINUACIÓN)

114.02.2 MATERIALES

114.02.2 (a) Material reflectivo

El material reflectivo para las señales verticales, delineadores y demás dispositivos citados en la presente Guía, deberán cumplir con las especificaciones contenidas en este documento. Las entidades contratantes deberán exigir a los fabricantes de las señales las certificaciones de cumplimiento de esta norma, la cual deberá ser expedida por el proveedor del material. Las señales

verticales contenidas en esta Guía deberán elaborarse en lámina reflectiva Tipo I o de características superiores.

114.02.2 (a1) Láminas Reflectivas (Lentes Insertados)

- (1) **Generalidades.**- La lámina reflectiva debe conformar la especificación AASHTO M 268, Tipo I. Deberá consistir de microesferas de vidrio dentro de una lámina de plástico transparente con una superficie exterior plana y suave. Deberá proveer protección contra la intemperie con una capa prefabricada de producto adhesivo en su cara posterior.
- (2) **Características fotométricas.**- La lámina reflectiva deberá tener los siguientes valores de coeficientes mínimos de retrorreflexión (R_A) establecidos en ángulos de observación de 0,2°, 0,5° y 2,0°, expresados en $cd/lx \cdot m^2$. La medición será acorde con ASTM E 810. El coeficiente de retrorreflexión de la lámina reflectiva, totalmente mojada por agua de lluvia, no deberá ser menor de 80% de los valores expuestos en la tabla siguiente.

TABLA 114.1 VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN (R_A) DE LÁMINA REFLECTIVA ($cd/lx \cdot m^2$)

ÁNGULO		COLOR						
ENTRADA	OBSERVACIÓN	BLANCO	AMARILLO	VERDE	ROJO	AZUL	CAFÉ	ANARANJADO
-4°	0,2°	70,0	50,0	9,0	14,5	4,0	1,0	25,0
30°	0,2°	30,0	22,0	3,5	6,0	1,7	0,3	7,0
-4°	0,5°	30,0	25,0	4,5	7,5	2,0	0,3	13,5
30°	0,5°	15,0	13,0	2,2	3,0	0,8	0,2	4,0
-4°	2,0°	1,7	1,2	0,2	0,3	0,1	0,02	0,6
30°	2,0°	1,4	1,0	0,14	0,2	0,08	0,02	0,5

- (3) **Color.**- La aceptabilidad del color diurno difuso de la lámina reflectiva será determinada por el Ingeniero por comparación con las muestras de color estándar.
- (4) **Adhesivo.**- Debe adherir la lámina reflectiva con un adhesivo prefabricado resistente al moho y al vandalismo, y que no tenga un efecto de manchado en la lámina reflectiva.
- (5) **Película.**-
- i. **Generalidades.**- La lámina reflectiva será lo suficientemente flexible para ser fácilmente cortada en siluetas claras. Acondicionada por 48 horas, la tensión admisible de la lámina deberá ser de 90 a 355 kg/m (5 a 20 lb/pulg) de ancho cuando sea ensayada de acuerdo con ASTM D 828. Cuando se remueva una lámina pegada de forma cuadrada de 230 mm (9"), la lámina reflectiva no deberá deformarse en cualquier dimensión más de 1 mm (1/32") en 10 minutos, ni más de 3 mm (1/8") en 24 horas a 23°C (75°F), y humedad relativa de 50%.
- Cuando la lámina se aplica de acuerdo a las recomendaciones del fabricante sobre una superficie de aluminio de 50 x 200 x 0,5 mm (2" x 8" x 0,20"), limpia y aplicada con aguafuerte, acondicionada por 24 horas y ensayada a una temperatura de 22°C (72°F) y

humedad relativa de 50%, debe ser lo suficientemente flexible para no presentar roturas o agrietamientos cuando se doble alrededor de un mandril de 19 mm (3/4").

Si es requerido para su aplicación, la lámina puede ser pre-perforada con agujeros de diámetro no mayor a 0,5 mm (0,02"). Las perforaciones deberán estar separadas aproximadamente 10 mm (0,4") en filas con separación de 40 mm (1,5").

- ii. **Superficie.-** La lámina debe ser suave y plana para facilitar su limpieza y rendimiento cuando está mojada y deberá tener un coeficiente de brillo a 85° no menor a 40 (ASTM D 523). La superficie de la lámina deberá estar procesada adecuadamente y ser compatible con los procesos de transparencia y opacidad de tintas de color y no deberá mostrar pérdida de la capa de color cuando es sometida a manipuleo normal, cortado y aplicación.

La lámina permitirá el cortado y el procesamiento de color a temperaturas de 15°C a 37°C (60°F a 100°F) y humedades relativas de 20% a 80%. La lámina será resistente al calor y permitirá curado forzado sin oxidarse a temperaturas de hasta 65°C (150°F) en lámina no aplicada, y de hasta 93°C (200°F) en lámina aplicada. La lámina se limpiará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. El procesamiento de colores y el adhesivo no mostrarán daños cuando la limpieza de la cara de la señal sea realizada de acuerdo a los estándares industriales vigentes.

La lámina y el adhesivo utilizados deberán ser compatibles con las leyendas permanentes recortadas.

- iii. **Elementos de las lentes.-** La lámina reflectiva contendrá microesferas de vidrio estable y durables.

- (6) **Durabilidad.-** Se procesará y aplicará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El material reflectivo deberá ser resistente a la intemperización, y después de limpiarla deberá mostrar lo siguiente:

- Ninguna decoloración, rotura, agrietamiento, ampollamiento o cambio dimensional, y
- No menor del 80% del valor del coeficiente de retrorreflexión (R_A) cuando es sometida a una intemperización acelerada durante 1200 horas de acuerdo con el ensayo ASTM G 26 (Método 1, cámara estándar 50% a 60% de humedad relativa, 62°C (145°F) a temperatura de panel negro).

Deberá ser posible reacondicionar la superficie de la lámina mediante limpieza y despejado de la capa de suciedad de encima de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

- (7) **Aceptación.-** Se deberá proporcionar un certificado de calidad de acuerdo con métodos aprobados de ensayos de materiales en el sitio de la obra o con métodos aprobados de ensayos de materiales fuera de la obra, certificando que todas las láminas reflectivas cumplen con los requerimientos expuestos más arriba, a excepción de la certificación para el color Anaranjado, que será exigida sólo a través de requerimiento específico.

114.02.2 (a2) Láminas No Reflectivas para el fondo de Señales

- (1) **Generalidades.**- La lámina no reflectiva debe ser durable, resistente a la intemperización, construida una película plástica brillante, y deberá tener la cara posterior protegida con adhesivo prefabricado.
- (2) **Color.**- El color de la lámina no reflectiva deberá conformar la especificación de la Tabla 114.2. Para ensayos se proporcionará una muestra de 100 x 100 mm (4" x 4") para cada color de la lámina de fondo no reflectiva.
- (3) **Adhesivo.**- La lámina no reflectiva se pegará con un adhesivo prefabricado resistente al intemperismo y al moho, que no tenga efecto de manchado en la lámina.
- (4) **Película:**
 - i. **Generalidades.**- La lámina reflectiva será lo suficientemente flexible para ser fácilmente cortada en siluetas claras. La tensión admisible mínima de la lámina deberá ser de 89 kg/m (5 lb/pulg) de ancho.
 - ii. **Superficie.**- La superficie de la lámina deberá ser suave y plana, para facilitar su limpieza y rendimiento cuando está mojada. La superficie de la lámina deberá estar procesada adecuadamente y ser compatible los procesos de transparencia y opacidad de tintas de color.
La lámina permitirá el cortado y el procesamiento de color a temperatura mínima de 15°C (60°F) y humedades relativas de 20% a 80%. La lámina será resistente al calor y permitirá curado forzado sin mancharse a temperaturas de hasta 65°C (150°F). La lámina deberá ser resistente a líquidos disolventes. Será limpiada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- (5) **Durabilidad.**- Se procesará y aplicará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El material debe ser resistente a la intemperización, y después de ser limpiada no deberá presentar decoloración, roturas, agrietamiento, ampollamiento o cambio dimensional. Deberá ser posible reacondicionar la superficie de la lámina cuando se limpie y despeje la capa de suciedad de encima de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- (6) **Terminación.**- la capa final de terminación aplicada en la cara de las señales debe ser compatible con las láminas y deberá conformar las recomendaciones del fabricante.
- (7) **Aceptación.**- Se proporcionará un certificado de calidad de acuerdo con métodos aprobados de ensayos de materiales en el sitio de la obra o con métodos aprobados de ensayos de materiales fuera de la obra, certificando que la lámina no reflectiva cumple con los requerimientos arriba expuestos.

114.02.2 (a3) Lámina Reflectiva (Lentes Encapsulados)

- (1) **Generalidades.**- La lámina reflectiva deberá conformar la especificación AASHTO M 268, Tipo III y deberá ser de calidad aprobada por el Contratante. Consistirá de lentes constituidos por microesferas o microprismas adheridos a una resina sintética y encapsulados por una película de plástico flexible transparente que tenga una superficie exterior suave. La lámina deberá tener la superficie posterior recubierta con una capa de adhesivo prefabricada.
- (2) **Muestreo y Ensayos de Aceptación:**
 - i. **Muestreo.**- Se proporcionarán al Ingeniero muestras de las letras de cada tamaño de leyenda removible utilizada en el proyecto para ser ensayadas. El número de muestras a proporcionar deberá ser igual al 5% de las letras de cada tamaño o un mínimo de 2 letras de cada tamaño de las leyendas removibles. Se proporcionará un mínimo de dos muestras de cada tamaño del material de borde utilizado en el proyecto. Las letras enviadas deberán ser parte de las letras utilizadas en las señales del proyecto.

- ii. **Ensayos.-** Se deberán sustituir las letras de muestras con letras utilizadas en las señales del proyecto. El Ingeniero ensayará las letras removidas de las señales de acuerdo con AASHTO M 268. La falla de una letra o de muestra de borde significarán el rechazo de la señal de donde provinieron. Si una señal es rechazada, el Ingeniero podrá requerir el ensayo de las señales restantes del proyecto que contengan leyendas removibles. Si se requieren ensayos adicionales, el Ingeniero especificará qué letras deberán ser ensayadas en cada señal. No más de dos letras de cada tamaño de leyendas removibles serán ensayadas en cada señal. Se proporcionarán las letras adicionales al Contratante a costo y cuenta del Contratista.
- (3) Certificación de Calidad.-** La lámina reflectiva deberá portar una certificación de calidad del fabricante.

114.02.2 (a4) Lámina Retrorreflectiva (Microprismas, de ángulo amplio)

- (1) Generalidades.-** La lámina retroreflectiva para caras de señales o para señales terminadas deberá tener una superficie suave con un patrón distintivo de diamantes entrelazados y marcas de orientación visibles en la superficie. La lámina contará con un adhesivo prefabricado sensible a la presión, protegido por una lámina removible. El adhesivo no requerirá de calentamiento para pegarse adecuadamente cuando la lámina sea aplicada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante a sustratos con temperatura de 18°C (65°F) o superior. La lámina retroreflectiva (microprismas, de ángulo amplio) deberá ser de uno de los tipos siguientes como se muestra o específica a continuación.
- i. **Tipo A.-** La lámina Tipo A, es un material retroreflectante de ángulo amplio con rendimiento optimizado en un amplio rango de ángulos de observación. Su aplicación normal es para señales montadas al lado de la plataforma vial.
 - ii. **Tipo B.-** La lámina Tipo B, es un material retroreflectivo con rendimiento optimizado para pequeños ángulos de observación y rendimiento extendido de ángulos de entrada. Su aplicación normal es para señales ubicadas encima de la plataforma vial (señales aéreas).
- (2) Muestreo y Ensayos de Aceptación.-** Se recomienda que los siguientes documentos referentes a los asuntos vigentes a la fecha del proyecto formen parte de esta especificación en la extensión especificada a continuación:
- i. **Estándares de la ASTM:**
 - a. B-117 Ensayo del método del chorro de sal (niebla).
 - b. B-209/B 209 M Especificación para placas de Aluminio y Aleación de Aluminio.
 - c. D-523 Método estándar para el ensayo de Brillo Especular.
 - d. E-284 Definiciones estándar de términos relacionados a la apariencia de los materiales.
 - e. E-308 Proceso del color de los objetos con el uso del Sistema CIE.
 - f. E-810 Método estándar para el Coeficiente de Retrorreflexión (R_A) de láminas retroreflectivas.
 - g. E-1164 Práctica estandarizada para la obtención de datos espectrofotométricos para la Evaluación de Colores de Objetos.
 - ii. **Publicaciones del CIE.-** Publicación del CIE Número 39-2: Recomendaciones para Colores de Superficie para Señalización Visual.
 - iii. **Métodos de Ensayo:**
 - a. **Condiciones de ensayo.-** A menos que sea especificado de otra manera, las muestras aplicadas y sin aplicar deberán estar acondicionadas a los siguientes valores estándar:
 - 23°C ± 2°C (73°F ± 3°F), y
 - 50% ± 5% de humedad relativa antes del ensayo.

b. Paneles de ensayo.- A menos que sea especificado de otra manera, cuando los ensayos sean realizados en paneles de ensayo, se aplicarán las muestras de material retrorreflectivo a láminas de aluminio cortado de material acorde con ASTM B-209/B 209M, aleación 5052-H36, 5158-H38 o 6061-T6, en los siguientes espesores:

- 0,51 mm (0,020”).
- 1,02 mm (0,040”).
- 1,60 mm (0,063”).

El aluminio se desengrasará y se limpiará con aguafuerte ligeramente ácida, antes que las muestras sean aplicadas a los paneles de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

(3) Características fotométricas.- La lámina retrorreflectiva cumplirá los siguientes límites de colores diurnos.

(4)

TABLA 114.2 COORDENADAS DE COLORES DIURNOS PARA LÁMINAS REFLECTIVAS Y RETRORREFLECTIVAS

COLOR(*)	1		2		3		4	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
BLANCO	0,305	0,305	0,355	0,355	0,225	0,375	0,285	0,325
AMARILLO	0,487	0,423	0,545	0,454	0,465	0,534	0,427	0,483
ROJO	0,690	0,310	0,595	0,315	0,569	0,341	0,655	0,345
AZUL	0,078	0,171	0,150	0,220	0,210	0,160	0,137	0,038
VERDE	0,030	0,398	0,166	0,364	0,286	0,446	0,201	0,794
ANARANJADO (NUEVO O EN USO)	0,583	0,416	0,523	0,397	0,560	0,360	0,631	0,369

Nota.- La lámina Tipo I puede no estar disponible en color rojo.

TABLA 114.3 LÍMITE DE REFLECTANCIA Y%

COLOR	Y%	
	MÍNIMO	MÁXIMO
BLANCO	40	-
AMARILLO	24	45
ROJO	3	15
AZUL	1	10
VERDE	3	9
ANARANJADO (NUEVO)	30	-
ANARANJADO (EN USO)	20	45

(*) Los cuatro pares de coordenadas cromáticas determinan el color aceptable en términos del sistema colorimétrico estándar del CIE 1931 medido con iluminación estándar D65.

TABLA 114.4 FACTOR MÁXIMO DE RADIACIÓN ESPECTRAL

SEÑAL	VALOR
NUEVA	110% min.
EN USO	60% mín.

i. Ensayo de Color.- Se determinará la conformidad con los requerimientos de color con método instrumental de acuerdo a ASTM E 1164 en lámina aplicada en paneles de

prueba acondicionados como se indica en 114.02.a4.(2).iii. Se realizarán los cálculos de acuerdo con ASTM E 308 para el 2° observador.

- ii. **Coefficiente de Retroreflexión (R_A).**- El coeficiente de retroreflexión (R_A) no deberá ser menor que los valores mínimos establecidos en la Tabla 114.5 (lámina Tipo A), Tabla 114.6 y Tabla 114.7 (lámina Tipo B). Realizar el ensayo de acuerdo con ASTM E 810, excepto que en las tablas 114.5 y 114.6 debe conseguirse con orientaciones de 0° y 90° sin promediar, y los valores de la tabla 114.7 deben ser conseguidos utilizando sólo la orientación de 45°.
- Los coeficientes de retroreflexión (R_A) deberán especificarse en unidades de candelas por lux por metro cuadrado ($cd/lx\cdot m^2$).
 - Los ángulos de observación deberán ser de 0,2° y 0,5°. El Tipo A deberá ser medido también con ángulos de observación de 0,33° y 1,0°.
 - Para medición, la marca de nivel (flecha de orientación) debe ser posicionada horizontalmente para la orientación 0° y verticalmente para la orientación (preferida) de 90°.
 - Para áreas de color transparente pintado en lámina blanca, las razones entre el valor de R_A para el blanco al R_A para el color, cuando sean medidas con ángulo de observación de 0,2°, ángulo de entrada de 4° y orientación 0°, deberán variar entre 5:1 a 15:1 para el color rojo y no menores a 5:1 para los colores verde y azul, cuando sean procesados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de las láminas.

**TABLA 114.5 Láminas Tipo A. Coeficiente Mínimo de Retroreflexión (R_A)($cd/lx\cdot m^2$)
(Orientación de 0° y 90°)**

ÁNGULO		COLOR			
ENTRADA	OBSERVACIÓN	BLANCO	AMARILLO	VERDE	AZUL
-4°	0,2°	430	350	45	20
30°	0,2°	235	190	24	11
40°	0,2°	150	125	15	6
-4°	0,33°	300	250	33	15
30°	0,33°	150	130	18	7
40°	0,33°	85	75	8	4
-4°	0,5°	250	200	25	10
30°	0,5°	170	140	19	7
40°	0,5°	35	30	3,5	1,5
-4°	1,0°	80	65	10	4
30°	1,0°	50	40	5	2,5
40°	1,0°	20	17	2	0,7

**TABLA 114.6 Láminas Tipo B. Coeficiente Mínimo de Retroreflexión (R_A)(cd/lx-m²)
(Orientación de 0° y 90°)**

ÁNGULO		COLOR					
ENTRADA(*)	OBSERVACIÓN(*)	BLANCO	AMARILLO	ROJO	VERDE	AZUL	ANARANJADO FLUORESCENTE
-4°	0,2°	800	660	215	80	43	200
30°	0,2°	400	340	100	35	20	120
45°	0,2°	145	85	25	12	7,6	-
50°	0,2°	-	-	-	-	-	50
60°	0,2°	35	23	6,6	2,0	1,0	-
-4°	0,5°	200	160	45	20	9,8	80
30°	0,5°	1100	85	26	10	5,0	50
45°	0,5°	75	60	18	6	2,8	-
50°	0,5°	-	-	-	-	-	20
60°	0,5°	30	20	6,4	2,0	2,0	-

(*) El ángulo de entrada de 60° se medirá sólo a la orientación de 90°-

**TABLA 114.7 Láminas Tipo B. Coeficiente Mínimo de Retroreflexión (R_A)(cd/lx-m²)
(Orientación de 45°)**

ÁNGULO		COLOR
ENTRADA	OBSERVACIÓN	AMARILLO
-4°	0,2°	550
30°	0,2°	130
-4°	0,5°	145
30°	0,5°	70

- iii. **Retención de brillo.**- La lámina retrorreflectiva tendrá un brillo especular a 85° no menor de 50 cuando sea ensayada de acuerdo con ASTM D 523.
- iv. **Procesamiento de Color.**- La lámina retrorreflectiva deberá permitir el cortado y procesamiento de color con procesos opacos y transparentes compatibles de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la lámina a temperaturas de 15°C a 37°C (60°F a 100°F) y humedades relativas de 20% a 80%.

La lámina deberá ser resistente al calor y deberá permitir un curado forzado sin presentar manchas en láminas sin aplicar o en uso, a temperaturas recomendadas por el fabricante de la lámina.

(5) Adhesivo.- La lámina de protección posterior adjunta al adhesivo, deberá ser removida por acción de desprendimiento, sin necesidad de remojarla en agua u otras soluciones, y sin romperse, gotear o remover el material adhesivo de la cara posterior. La lámina de protección debería poderse remover después de un almacenamiento acelerado de 4 horas a 70°C (160°F) bajo una carga de 1750 kg/m² (2,5 libras por pulgada cuadrada). El material adhesivo de la cara posterior de la lámina retrorreflectiva deberá producir una adherencia que soporte una masa de 0,8 kg (1,75 libras) por cinco minutos sin que se produzca un desprendimiento en una distancia mayor e 50 mm (2") cuando es aplicada en un panel de prueba preparado como se indica en 114.02.2 (a4).(2).iii.b. Aplique 100 mm (4") de una muestra de 25 x 150 mm (1" x 6") en un panel de prueba. Acondicione y coloque el panel horizontalmente con la cara hacia abajo. Suspenda la masa (peso) del borde libre de la muestra, y permita que se cuelgue en un ángulo de 90° respecto de la superficie del panel por cinco minutos.

(6) Durabilidad:

- i. **Flexibilidad.-** La lámina retrorreflectiva, acondicionada como indicado en 114.02.2.(a4).(2).iii, después de remover la lámina de protección posterior, deberá ser flexible y no mostrar agrietamientos cuando sea lentamente doblada, en un tiempo de un segundo, alrededor de un mandril de 3mm (1/8"), con el adhesivo en contacto con el mandril, en las condiciones del ensayo. Se deberá esparcir talco sobre la superficie adhesiva para prevenir que se pegue al mandril.
- ii. **Resistencia al Impacto.-** La lámina retrorreflectiva, aplicada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante sobre un panel de prueba de aluminio de aleación 6061-T6, de 75 x 125 x 1 mm (3" x 5" x 0,040"), acondicionada como se indica en 114.02.2 (a4).(2).iii.b, no deberá mostrar rotura o agrietamiento fuera del área de impacto cuando sea golpeada por una masa de 1,8 kg (4 lb de peso) con extremo redondeado de 15,8 mm (5/8"), desde una altura necesaria para generar un impacto de 1,1 N-m (10 pulg-lb) a temperaturas de ensayo de 0°C (32°F) y 22°C (72°F).
- iii. **Resistencia a Intemperización Acelerada.-** La superficie retrorreflectiva de la lámina deberá ser resistente a la intemperización y no deberá mostrar roturas apreciables, ampollamiento, agrietamiento, o cambio dimensional después de dos años de exposición al aire libre, orientada hacia el ecuador e inclinada a 45° de la vertical. Después de la exposición al aire libre, se lavarán los paneles en una solución de ácido clorhídrico por 45 segundos, enjuagará fondo con agua limpia, secar con un paño limpio y suave y llevar al equilibrio con las condiciones estándar. Después de limpiar, el coeficiente de retrorreflexión no deberá ser menor que los valores en la tabla 114.8 (Láminas Tipo A) y en la tabla 114.9 (Láminas Tipo B) cuando sea medida a una rotación de 0°, y los colores deberán conformar a los requerimientos de la tabla 114.2. La muestra deberá:
 - No mostrar evidencia apreciable de rotura, agrietamiento, incrustaciones, picaduras, ampollamiento, levantamiento de los bordes o rizos, o más de 1 mm (1/32") de encogimiento o expansión.
 - Donde más de un panel de un color es ensayado, el coeficiente de retrorreflexión (R_A) será el promedio de todas las mediciones.
 - Para las láminas Tipo A, se medirán sólo en ángulos de: 0,2° de observación, -4° de entrada y 0° de rotación; y 1,0° de observación, -4° de entrada y 0° de rotación.
 - Para las láminas Tipo B, se medirán sólo en ángulos de: 0,2° de observación, -4° de entrada y 0° de rotación.

**TABLA 114.8 Láminas Tipo A. Coeficiente Mínimo de Retrorreflexión (R_A)
 Después de Intemperización Acelerada
 ($cd/lx\cdot m^2$)**

ÁNGULO		COLOR			
ENTRADA	OBSERVACIÓN	BLANCO	AMARILLO	AZUL	VERDE
-4°	0,2°	250	200	11	25
-4°	1,0°	45	35	1,3	3

**TABLA 114.9 Láminas Tipo B. Coeficiente Mínimo de Retrorreflexión (R_A)
 Después de Intemperización Acelerada
 ($cd/lx\cdot m^2$)**

ÁNGULO		COLOR				
ENTRADA	OBSERVACIÓN	BLANCO	AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
-4°	0,2°	400	330	107	38	22

- iv. **Resistencia al calor.**- Aplicar la lámina retrorreflectante en un panel de prueba y acondicionar como indicado en 114.02.a4.(2).iii.b, realizando la medición de acuerdo a lo indicado en 114.02.a4.(3).ii, con ángulo de observación de 0,2° y ángulos de entrada de -4° en orientación de 0° y expuesto a temperatura de 76°C ± 3°C (170°F ± 5°F) por 24 horas en un horno con aire circulante. Después de la exposición al calor, la lámina deberá retener un mínimo de 70% del coeficiente de retrorreflexión original en cada orientación cuando sea ensayada a temperatura ambiente.
- v. **Resistencia a la Corrosión.**- La lámina retrorreflectiva, aplicada en un panel de prueba y acondicionada como indicado en 114.02.a4.(2).iii.b, no deberá mostrar una pérdida de adhesión, decoloración apreciable o corrosión, y después de ser limpiada deberá retener un mínimo de 80% del coeficiente de retrorreflexión original cuando se mida con ángulo de observación de 0,2°, 4° de entrada y orientación de 0°, después de 1000 horas de exposición a un chorro de sal de concentración 5% a 35°C (95°F) cuando sea ensayada de acuerdo con ASTM B 117.
- (7) **Certificación de Calidad.**- La lámina retrorreflectiva deberá portar un certificado de calidad del fabricante que cubra un período mínimo de 7 años después de la fecha de fabricación. La lámina retrorreflectiva será considerada no satisfactoria si presenta deterioros debidos a causas naturales al extremo de:
- i. La señal es inefectiva para su propósito específico cuando es observada desde un vehículo en movimiento en condiciones normales diurnas y nocturnas por un conductor con visión normal, y
 - ii. El coeficiente de retrorreflexión, después de la limpieza, es menor que el mínimo especificado en la tabla 114.8 (Lámina Tipo A) o en la tabla 114.9 (Lámina Tipo B). Se realizarán todas las mediciones después de la limpieza de la señal.
- El Contratante fechará todas las señales al tiempo de su aplicación en obra. Esa fecha constituye el inicio del período de rendimiento obligatorio.

Donde se pueda demostrar que los requerimientos de rendimiento de las láminas provistas y utilizadas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante no se han cumplido, el fabricante deberá asumir el costo por las láminas no satisfactorias como se muestra durante los:

- Primeros cinco años, el fabricante asumirá el costo de reposición del panel a su efectividad original sin costo para el Contratante por los materiales, mano de obra, inclusive la remoción y reinstalación si es necesario.
- Por los restantes dos años, desde el 61avo al 84avo mes desde la fecha de fabricación, el fabricante deberá proporcionar las láminas que sean requeridas para reponer el panel de la señal a su efectividad original.

114.02.2 (a5) Leyendas Removibles Reflectorizadas:

- (1) Generalidades.-** Las letras y numerales a utilizar deberán conformar los tipos de letras y números determinados de acuerdo al Capítulo 106 de la presente Guía.
Se proveerá de los agujeros de montaje en los perfiles para permitir el uso de la ferretería especificada aquí.

Se proveerá del número suficiente de agujeros de montaje para asegurar una firme fijación de los perfiles a la señal y cumplir con los requerimientos indicados a continuación. Se requiere de un mínimo de 4 agujeros de montaje en cada junta en el borde.

- i. Fijación de Leyendas Removibles fabricadas sobre placas de aluminio.-** La leyenda removable será fijada a los paneles de aluminio utilizando remaches ciegos de cabeza redondeada, diámetro 3 mm (1/8"), autoajustables. Remover las virutas de aluminio de la cara de la señal antes de fijar la leyenda. La señal completa será rechazada si se dejan virutas debajo de la leyenda. Perforar agujeros de diámetro 3 mm (1/8") en la leyenda removable y en el panel de la señal como se muestra en los detalles de montaje para señales removibles mostrados en los planos del Diseño Final.
Aplique la leyenda seleccionada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. En caso de aplicarse leyendas cortadas, aplicar las mismas de acuerdo con 114.02.2.(a5).(1).ii.

Fijar las secciones de bordes retrorreflectivos removibles de 25 mm (1") de ancho colocando dos remaches a 12 mm (1/2") del final de cada borde con remaches adicionales espaciados un máximo de 15 cm (6"), centrados en la sección. Las secciones de los bordes de las esquinas deberán ser fijadas con un mínimo de cinco remaches, dos remaches a 12 mm (1/2") de cada borde y los restantes remaches al medio de la sección.

Fijar las secciones de bordes retrorreflectivos removibles de 50 mm (2") de ancho colocando dos remaches a 12 mm (1/2") del final de cada borde con remaches adicionales espaciados un máximo de 15 cm (6"), a lo largo del borde superior y del borde inferior de la sección. Las secciones de los bordes de las esquinas deberán ser fijadas con un mínimo de cinco remaches, dos remaches a 12 mm (1/2") de cada borde y los restantes remaches al medio de la sección.

- ii. Fijación de Leyendas Removibles fabricadas en lámina retrorreflectiva, reflectiva o no reflectiva.-** Aplicar las láminas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de las mismas sobre paneles de señalización de aluminio extruido. Hasta un 25% de los paneles

de aluminio de señales requeridos en los planos podrán tener un empalme de fabricación por cada señal. Se permitirá un parche por cada 4,65 m² (50 pies²) de señal, hasta un máximo de 3 parches por cada señal. El diámetro de los parches estará entre 1,90 cm (3/4") y 8,60 cm (3 3/8"). No se permitirán empalmes al Contratista.

No se permitirán empalmes de fabricación en las demás señales excepto que sea explícitamente aprobado en los planos de taller, o cuando las dimensiones de la señal exceden la capacidad del fabricante de la láminas. En este caso, se realizarán empalmes horizontales colocando encima del traslape, la sección superior de la lámina superponiéndola a la lámina inferior un mínimo de 0,95 cm (3/8") en láminas con lentes encapsulados y empalme de tope en láminas con lentes prismáticos que no tengan un sustrato visible. No se permitirá el uso de láminas de pasta transparente o láminas para cortar electrónicamente en empalmen superpuestos. No se permitirán empalmes realizados por el Contratista.

- (2) Leyenda de la Lámina Reflectiva.**- Las letras blancas, numerales, símbolos y bordes serán fabricados de lámina reflectiva con capa adhesiva permanentemente adherida a una placa plana de aluminio. La lámina reflectiva consistirá de lámina prismática de ángulo amplio de acuerdo a lo establecido en 114.02.2 (a4).

Las letras, números, símbolos y bordes serán de aluminio de 0,8 mm (0,032") de espesor, conforme a ASTM B 209/B 209 M, y aleación 3003-H14. El aluminio se desengrasará y aplicará con aguafuerte, o será tratado con una capa de cromato amorfo denso.

La lámina reflectiva se aplicará sobre el aluminio de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la lámina.

Las letras, números, símbolos y bordes terminados deberán mostrar cortes en siluetas claras y afiladas, y deberán tener una superficie casi plana.

114.02.2 (a6) Leyendas Permanentes:

- (1) Generalidades.**- Las leyendas permanentes consisten de paneles color blanco plata, rojo reflectorizado, negro, o láminas cortadas color blanco plata. Las letras y numerales a utilizar deberán conformar los tipos de letras y números determinados de acuerdo al Capítulo 106 de la presente Guía.
- (2) Leyenda en Panel Blanco Reflectorizado.**- Los materiales de pasta transparente utilizados para el panel posterior de las leyendas blancas reflectorizadas y para el panel de leyendas rojas reflectorizadas deberán conformar las recomendaciones del fabricante de la lámina.
- (3) Leyendas Cortadas color Blanco Plata reflectorizado.**- El material utilizado para leyendas cortadas deberá conformar los requerimientos de 114.02.2 (a4).
- (4) Leyendas no reflectorizadas en panel negro o en lámina cortada.**- La tinta de proceso de pantalla para leyendas no reflectorizadas deberá ser proceso de tinta negra Naz-Dar 811 (Compañía NazDar), Color D22-B2 de Proceso Kern de Pantalla de Sherwin Williams (Compañía Sherwin Williams), o similar aprobado.

114.02.2 (a7) Películas para Cortar Electrónicamente para uso en Láminas Retroreflectivas:

- (1) Generalidades.**- Las películas para cortar deben consistir de láminas durables, transparentes o coloreadas, cubiertas con una capa de adhesivo transparente sensible a la presión, protegido por una lámina removible de protección. Las láminas deberán ser diseñadas para cortarse con cuchilla sobre rodillo (alimentada por rueda de cadena o por fricción) y con máquinas electrónicas de panel horizontal. Las láminas deberán estar disponibles en colores

estándar de tráfico, ser dimensionalmente estables, y ser diseñadas para un óptimo cortado, retiro de briznas, elevación y transferencia. El uso de lámina de cortado electrónico no deberá requerir la liberación de cualquier compuesto orgánico volátil.

(2) Muestreo y Ensayos de Aceptación.- Se recomienda que los siguientes documentos referentes a los asuntos vigentes a la fecha del proyecto formen parte de esta especificación en la extensión especificada a continuación:

i. Estándares ASTM:

- B 209/B 209M Especificación para hojas y placas de Aluminio y Aleación de Aluminio.
- D-523 Método estándar para el ensayo de brillo especular.
- D-4956 Especificación estándar para lámina retrorreflectiva para control de tráfico.
- E-284 Definición estándar de términos relativos a la apariencia de los materiales.
- E-308 Cómputos de colores de los objetos utilizando el Sistema CIE.
- E-810 Método estándar de ensayo para el coeficiente de retrorreflexión de láminas retrorreflectivas.
- E-1164 Práctica estándar para la obtención de datos espectrofotométricos para la evaluación de color de los objetos.

ii. Publicaciones del CIE.- La publicación del CIE Número 39-2: Recomendaciones para colores de superficies para señalización visual.

iii. Especificaciones Federales.- Las especificaciones para construcción de caminos y puentes en Proyectos Federales de Carreteras.

iv. Métodos de Ensayo:

- a. **Condiciones de ensayo.**- A menos que sea especificado de otra forma, todas las muestras aplicadas y no aplicadas deberán ser acondicionadas a las condiciones estándar de:
- $23^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ($73^{\circ}\text{F} \pm 3^{\circ}\text{F}$).
 - $50\% \pm 5\%$ de humedad relativa por 24 horas antes del ensayo.
- b. **Panel de prueba.**- A menos que sea especificado de otra manera, cuando los ensayos sean realizados en paneles de ensayo, se aplicarán las muestras de material retrorreflectivo y/o películas de superponer en láminas de aluminio cortado de material acorde con ASTM B-209/B 209M, aleación 5952-H36, 5052-H38, 5154-H38 o 6061-T6, en los siguientes espesores:
- 0,51 mm (0,020").
 - 1,02 mm (0,040").
 - 1,60 mm (0,063").

El aluminio se desengrasará y se limpiará con aguafuerte ligeramente ácida, antes que las muestras sean aplicadas a los paneles de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la lámina reflectiva para cortar electrónicamente.

(3) Características fotométricas.- Cuando la película para cortar electrónicamente es aplicada a láminas retrorreflectivas, el color resultante de la lámina compuesta debe conformar la Especificación Federal FP-92, Sección 718.01 y ASTM 4956 para la lámina retrorreflectiva a la cual es aplicada.

i. Prueba de Color.- Se determinará la conformidad a los requerimientos de color por medición instrumental de acuerdo con ASTM E 1164 en láminas aplicadas en paneles de prueba. Se realizarán los cómputos de acuerdo con ASTM E 308 para el 2° observador.

ii. Coeficiente de Retrorreflexión (R_A).- Cuando la película para cortar electrónicamente es aplicada a una lámina retrorreflectiva, la lámina compuesta deberá conformar el porcentaje retenido del mínimo coeficiente de retrorreflexión especificado por el Contratante y el fabricante para la lámina retrorreflectiva cuando la lámina

retroreflectiva es procesada en pantalla. El coeficiente de retroreflexión deberá ser determinado de acuerdo con ASTM E 810.

- Los coeficientes de retroreflexión (RA) serán especificados en candelas por lux por metro cuadrado ($\text{cd/lx}\cdot\text{m}^2$).
- Los ángulos de observación serán de $0,2^\circ$ y $0,5^\circ$ a menos que se especifique de otra forma.
- Los ángulos de entrada deberán ser de -4° y 30° a menos que se especifique de otra manera.

Las láminas retroreflectivas con marcas de nivel deberán ser ensayadas en la posición especificada por el fabricante. Si no se proveen marcas de nivel, la lámina será rotada para determinar el mínimo R_A que deberá ser reportado sin promediar.

- iii. **Retención de brillo.-** La película para cortar electrónicamente deberá tener un brillo especular a 85° no menor a 50 cuando se ensaye de acuerdo con ASTM D 523.
- iv. **Procesamiento de Color.-** La película para cortar electrónicamente deberá permitir el cortado, retiro de briznas, enmascarado con cinta de transferencia, elevación y aplicación a la lámina retroreflectante cuando sea utilizada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante a temperaturas entre $18,3^\circ\text{C}$ (65°F) y 35°C (95°F) y humedades relativas entre 30% y 70%. La película deberá ser colocada con un rizado mínimo de los bordes y deberá ser dimensionalmente estable.

- (4) **Adhesivo.-** Se removerá la lámina de protección ubicada sobre el adhesivo por acción de pelado sin remojar en agua u otra solución, y sin romper, goteo o remoción de cualquier adhesivo proveniente de la película para cortar electrónicamente. La lámina de protección deberá ser liberada de forma controlada de la capa adhesiva lo suficiente para permitir el cortado sin que la película se desprenda de la lámina de protección, permitiendo que ésta sea fácilmente desprendida de la película.

La película con bordes perforados para uso con rueda de cadena y cuchilla sobre rueda deberá tener borde punteado y recortado para remover la película en el área perforada como medio para eliminar el adhesivo acumulado en las cadenas.

- (5) **Resistencia a Intemperización Acelerada.-** Cuando la película para cortar electrónicamente es aplicada en láminas retroreflectivas, la superficie de la película deberá ser resistente a la intemperización y no deberá mostrar roturas apreciables, agrietamiento, ampollamiento o cambio dimensional después de dos años de exposición al aire libre sin protección, mirando hacia el ecuador e inclinada 45° respecto de la vertical. Después de la exposición al aire libre, se lavarán los paneles en una solución al 5% de ácido clorhídrico por 45 segundos, se enjuagarán a fondo con agua limpia, se secará con un paño suave y limpio y se llevará a equilibrio con las condiciones estándar. Después de la limpieza, el coeficiente de retroreflexión no será menor que el valor especificado por el Contratante para la lámina retroreflectiva cuando está procesada en pantalla. La muestra deberá:

- No mostrar evidencia apreciables de rotura, agrietamiento, distorsión, picaduras, ampollamientos, levantamiento de los bordes o rizado, o encogimiento o expansión mayor a $0,8\text{ mm}$ ($1/32''$).
- Mostrar buena firmeza de color o mejor cuando es ensayada de acuerdo con 114.02.2 (a7).(6).

La reflectividad retenida deberá ser la misma que la especificación del Contratante para lámina retroreflectiva procesada en pantalla del tipo que está siendo ensayado.

La película para cortar electrónicamente no deberá ser removible de la lámina retroreflectiva sin daños.

Las mediciones del rendimiento retrorreflectivo realizadas después de la exposición al aire libre deberán ser realizadas sólo para ángulo de observación de 0,2° y ángulo de entrada de 4°. Donde es ensayado más de un panel de prueba por color, el coeficiente de retrorreflexión será el promedio de todas las mediciones.

(6) Firmeza del Color.- La muestra será mojada, expuesta y preparado como se especifica en 114.02.2 (a7).(5), con detergente suave disuelto en agua. Comparar con una muestra similar no expuesta y tratada bajo luz natural (cielo del norte) del día o luz diurna artificial con temperatura de color de 7600°K. Evaluar la fortaleza del color como sigue:

- Excelente – Sin cambios perceptible en el color.
- Buena – Cambio de color perceptible pero no apreciable.
- Razonable – Cambio de color apreciable.

Cambio de color apreciable significa un cambio que es notado inmediatamente al comparar el espécimen expuesto con el espécimen original de comparación. Si se requiere una inspección más cercana o un cambio en el ángulo de la luz para hacer aparente un ligero cambio de color, entonces el cambio no es apreciable.

(7) Aceptación.- Si es requerido, se deberá proporcionar un certificado de calidad para cada lote o embarque de acuerdo con métodos aprobados de ensayos de materiales en el sitio de la obra o con métodos aprobados de ensayos de materiales fuera de la obra, certificando que el material suministrado cumplirá los requerimientos enlistados.

(8) Garantía.- La película para cortar electrónicamente aplicada sobre lámina retrorreflectiva, ambos materiales aplicados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, tendrán como rendimiento compuesto el mismo rendimiento establecido por el Contratante para ese tipo de lámina retrorreflectiva cuando es procesado en pantalla. La señal compuesta será considerada no satisfactoria si tiene deterioros debidos a causas naturales a tal punto que:

- i. La señal es inefectiva para su propósito específico cuando es observada desde un vehículo en movimiento bajo condiciones normales de conducción diurnas y nocturnas, o
- ii. El coeficiente de retrorreflexión (R_A) es menor que el mínimo especificado por el Contratante para las láminas retrorreflectivas procesadas en pantalla (patrón).

Donde se pueda demostrar que las señales de tráfico con película para cortar electrónicamente aplicadas y utilizadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante no cumplen los requerimientos de rendimiento, el fabricante deberá asumir los costos de restauración como se establece en estas especificaciones para la lámina retrorreflectiva procesada en pantalla (patrón).

El Contratante fechará todas las señales al tiempo de su aplicación. Esa fecha constituye el inicio del período de la obligación de rendimiento en campo de acuerdo con 114.02.2 (a3).(3).

114.02.2 (b) Señales Verticales Laterales

114.02.2 (b1) Materiales para tableros

Los tableros para todas las señales, delineadores y demás dispositivos mencionados en esta Guía, deberán estar constituidos por lámina de aluminio, acero galvanizado o poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta. En las señales informativas de destino (a excepción de las señales de información en ruta y elevadas), se utilizará únicamente la lámina de acero galvanizado. En la parte posterior de todos los tableros de las señales deberá imprimirse el

logotipo de la entidad contratante, día, mes y año de instalación, el nombre de la empresa contratista y el número del contrato.

Se recomienda la utilización de los diferentes tipos de materiales, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías en zonas aledañas a áreas marinas o con problemas de oxidación.
- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea inferior a mil metros (1000 m).
- En lámina galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea superior o igual a mil metros (1000 m).

A) Lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio

Este material deberá cumplir los siguientes requisitos:

- **Espesor:** Deberá ser de tres milímetros y cuatro décimas más o menos cuatro décimas de milímetro ($3,4 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$), el cual se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios del borde de cada lámina con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de ésta. La lámina no deberá contener grietas visibles ni arrugas en las superficies, que puedan afectar su comportamiento y alterar las dimensiones. Por lo menos una de las caras de la lámina debe ser completamente lisa.
- **Color:** El color deberá ser blanco uniforme.
- **Pandeo:** Una lámina de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado se cuelga suspendida de sus cuatro (4) vértices. La deflexión máxima medida por el sitio de cruce de sus dos diagonales perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm). Luego se coloca la lámina suspendida en las mismas condiciones en un horno a ochenta y dos grados Celsius (82° C) durante cuarenta y ocho (48) horas. La máxima deflexión no deberá exceder de doce milímetros (12 mm). Todas las medidas se deberán tomar cuando la lámina se encuentre a temperatura ambiente.
- **Resistencia al impacto:** Láminas cuadradas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, deberán resistir fuerzas de impacto que podrían agrietar otros plásticos o deformar metales. La lámina apoyada en sus extremos y a una altura de veinte centímetros (20 cm) del piso, deberá resistir el impacto de una esfera de acero de cuatro mil quinientos gramos (4.500 g) en caída libre desde una altura de tres y medio metros (3,5 m), sin resquebrajarse.
- **Estabilidad térmica:** Las características de resistencia no deberán ser apreciablemente afectadas en un rango de temperaturas entre menos dieciocho y más cien grados Celsius (-18° C y $+100^{\circ} \text{ C}$).
- **Resistencia al fuego:** Los componentes de la lámina deberán contener aditivos que la hagan poco propensa a inflamarse y propagar llamas.
- **Protección ante la intemperie:** Las láminas deberán estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras. Deberán poseer una superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumergirá una muestra de diez centímetros (10 cm) por dos centímetros (2 cm) en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece (13) minutos, después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos caras.

- **Estabilización:** Las láminas deberán estar fabricadas de tal manera que no liberen constituyentes migrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo. No deberán contener residuos de agentes desmoldeantes en la superficie del laminado, que pudieran interferir en la adherencia de la lámina reflectiva.
- **Tratamiento de la cara frontal:** Previamente a la aplicación del material reflectivo la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad.

B) Lámina de acero galvanizado

Deberá cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- **Material:** Lámina de acero galvanizado de calibre mínimo 16 (1,5 mm), revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.
- **Material base:** Lámina de acero laminado en frío.
- **Galvanizado:** Las placas deberán ser galvanizadas en caliente de acuerdo a la norma ASTM A 123, salvo que el Proyecto especifique otro tipo de protección. El espesor del galvanizado deberá ser como mínimo de 65 μm .
- **Otro tipo de protección anticorrosiva:** En caso que el Proyecto especifique en lugar del galvanizado, una protección en base a pintura anticorrosiva y esmalte, la superficie de la placa deberá prepararse mediante un baño limpiador o decapador químico. Los depósitos gruesos de aceite o grasa, compuestos trazadores y otras materias extrañas deberán removerse mediante un lavado con solvente; las escamas de laminación, costra de óxido, óxido y herrumbre deberán removerse mediante un baño en solución caliente o fría de ácido sulfúrico, nitroclorhídrico o fosfórico, un baño en ácido sulfúrico al 5% ó 10% conteniendo inhibidor, un baño en ácido sulfúrico al 5% a 80° ó 90°C con inhibidor o mediante un baño electrolítico, en un baño ácido o alcalino. Enseguida, los elementos metálicos deberán pintarse con dos capas de pintura anticorrosiva sintética, de 0,03 mm de espesor total mínimo de película seca y terminarse con dos capas de esmalte alquid-fenólico de color gris, de 0,03 mm de espesor total mínimo.
- **Espesor:** Para placas laterales de tamaños que varían entre 60 y 120 cm, tendrá un espesor de $2,5 \pm 0,15$ mm. Para placas de escudos y señales de identificación vial de las Redes Primaria, Secundaria, Terciaria y Vecinal, tendrá un espesor de $1,5 \pm 0,15$ mm. La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.
Alternativamente, si el Proyecto así lo estipula, las placas de acero podrán ser de un espesor menor al aquí especificado, siempre que se trate de placas estampadas que presenten ceja o pestaña perimetral según los detalles que indique el Proyecto
- **Dimensiones planas:** Las dimensiones planas, como altura y ancho, serán las correspondientes al tipo de señal con una tolerancia de ± 1 mm. Los cortes rectos deberán efectuarse con guillotina y los circulares en máquinas tijera; los vértices deberán despuntarse con un radio variable según el tamaño de la placa. Todas las aristas deberán pulirse.
- **Resistencia al dobléz:** Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no deberá presentar desprendimiento de zinc cuando se dobla girando ciento ochenta grados (180°), con una luz igual al espesor de la lámina.
- **Tratamiento de la cara frontal:** Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina galvanizada deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad; además, estar libre de óxido blanco. El galvanizado deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

- **Uso de elementos especiales:** Se podrán utilizar bastidores si las dimensiones de las placas lo requieren. Si el Proyecto así lo especifica, se podrán usar Figuras de aluminio en la confección de las placas. Las placas deberán cubrirse por el anverso con Figuras retrorreflectantes. Estas Figuras, incluyendo los requisitos de tipo, color, contraste y niveles mínimos de retrorreflectancia, y los requisitos de textos, ribetes, números, flechas y símbolos, deberán cumplir con lo establecido en la norma ASTM D 4956.
- **Tratamiento cara posterior:** Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco. Las señales de destino y de información en ruta se fabricarán en lámina galvanizada calibre 20 (0,91 mm).

C) Lámina de Aluminio

Deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- **Material:** Lámina de Aluminio de aleaciones 6061-T6, 5052-H38 o extrusiones similares.
- **Espesor:** Dos milímetros de espesor, medidos con una tolerancia de más o menos dos décimas de milímetro (2+0,2 mm). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.
- **Tratamiento cara frontal:** Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad; además, estar libre de óxido blanco. El aluminio deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.
- **Tratamiento cara posterior:** Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco.

D) Dimensiones de los tableros

En la tabla 102.1 de esta Guía están definidas las dimensiones de las señales verticales. En los Capítulos 105 y 112 se muestra el diseño de cada uno de los tableros para señales de calles y carreteras y señalización transitoria para obras en la vía respectivamente.

114.02.2 (b2) Materiales para postes

Las estructuras de soporte o postes para señales verticales, deberán ser elaborados en perfil en ángulo de acero de 5 x 5 cm x 6 mm (2" x 2" x ¼"), con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm²) en todos los tipos de señales, el cual será de primera clase, no permitiéndose corrosión en ninguna parte de su longitud. No se aceptarán añadiduras ni traslapes en postes y brazos.

Alternativamente, para los postes se podrán utilizar perfiles de sección rectangular o cuadrada. En todo caso, todos los postes serán de acero de las características indicadas más arriba.

En la tabla 102.2 de esta Guía, están contenidas las dimensiones de los postes o estructuras de soporte de las señales verticales.

Se deberá garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (P), reglamentarias (R), informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (I) y los delineadores, fijándolas a la cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deberán formar un perfecto plano de apoyo que en todo momento estará en contacto con la lámina.

La soldadura del brazo deberá ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se deberá garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas.

Los postes deberán ser galvanizados en caliente, cumpliendo con los mismos requisitos exigidos para las placas. Alternativamente, si el Proyecto así lo estipula, la protección de los postes podrá ser en base a pintura anticorrosiva y esmalte, en cuyo caso, la protección se deberá atener a lo especificado para Lámina de Acero Galvanizado.

Los tableros de las señales verticales de tránsito preventivas (P), reglamentarias (R) o informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (I), podrán yuxtaponerse en los postes de concreto hidráulico u hormigón, acero o madera de las redes de energía o teléfonos, siempre y cuando la entidad que instaló el dispositivo autorice su adosamiento. Para tal efecto, se utilizará una banda de acero inoxidable de 12 mm (1/2") de ancho y 0,76 mm (0,03") de espesor, asegurada con una hebilla de acero inoxidable. Para el sostén, apoyo o soporte del tablero de la señal se utilizará una ménsula en acero inoxidable de 38,1 mm (1½") de ancho y 1,90 mm (0,075") de espesor, la cual deberá tener aletas que sobresalgan, como mínimo, veinte centímetros (20 cm) a cada lado del eje del poste para rigidizar el tablero en el sentido perpendicular al eje vertical de la señal. Siempre se deberán utilizar dos bandas, con sus correspondientes accesorios, una en la parte superior del tablero y otra en su parte inferior.

Si el Proyecto así lo especifica, se podrán usar postes colapsables.

114.02.2 (b3) Materiales para los brazos de los postes

En todos los casos, las crucetas deberán ser en ángulo de acero de 5 cm (2") por 5 cm (2") por 3,18 mm (1/8"), con límite de fluencia mínimo de 25 kg/mm².

114.02.2 (b4) Materiales para anclaje de los postes

Los postes deberán diseñarse con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de hierro de 5 cm (2") por 5 cm (2") por 3,18 mm (1/8"), con un límite de fluencia mínimo de 25 kg/mm².

114.02.2 (b5) Pernos

Las placas se deberán fijar a los postes con pernos zincados de 6 x 64 mm. Las tuercas también deberán ser zincadas.

114.02.2 (b6) Hormigón

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo, 160 kg/cm² (Hormigón Tipo H-16).

Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos (piedras) de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto.

114.02.2 (b7) Soldadura

La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25%) de la resistencia del acero.

114.02.2 (c) Señales Verticales Aéreas

114.02.2 (c1) Materiales para tableros

Las señales elevadas, se elaborarán en lámina galvanizada calibre mínimo 22 (0,76 mm). A los tableros de estas señales se les realizarán dos (2) dobleces o pestañas de dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro bordes, con el objeto de darles mayor rigidez.

Las placas para los letreros deberán ser de plancha de acero laminado en caliente, de 1,5 mm de espesor, debidamente protegidos contra la corrosión. La plancha se remachará o soldará cada 100 mm a un bastidor metálico soldado tipo reja, formado por acero de perfil tipo ángulo de 30 x 30 x 3 mm.

La distribución y forma del partididor deberá ser tal que asegure la adecuada rigidez del panel.

Alternativamente, si el Proyecto así lo estipula, en la confección de las placas de los letreros se podrán utilizar otros tipos de materiales, tales como placas o Figuras de aluminio, cintas de alta adherencia, materiales sintéticos u otros que señale el Proyecto.

Los elementos retrorreflectantes, así como los textos, ribetes, números, flechas y símbolos, deberán cumplir con la diagramación señalada en el presente documento.

114.02.2 (c2) Pernos

Los pernos se deberán ajustar a las mismas disposiciones contenidas en el punto 114.01.2 (b5).

114.02.2 (c3) Estructura

Se distinguen básicamente dos tipos de estructura portaseñal: la estructura tipo marco, denominado Marco Portaseñal, que cruza totalmente una calzada; y, la estructura denominada Bandera Portaseñal, que no cruza la calzada sino que informa desde un borde de ésta, sobre las pistas.

El diseñador debe tener presente que la o las columnas de estas estructuras deben considerar un diseño tal que permita la instalación de un sistema de contención, defensas camineras, que proteja a los usuarios del camino de un impacto directo con la estructura.

114.02.2 (c4) Acero estructural de armaduras y hormigones

El acero y el hormigón a utilizar será el que se especifique en el proyecto, todos deberán contar con certificación de sus características.

114.02.2 (c5) Galvanizado y pintura

Todos los elementos metálicos serán galvanizados, salvo que el Proyecto especifique algo distinto. El galvanizado deberá cumplir con la norma ASTM A525.

En caso que el Proyecto defina protección mediante pinturas, esta deberá cumplir con los procedimientos básicos de toda pintura para Elementos Metálicos.

114.02.2 (d) Señales Verticales de Canalización y Balizamiento

Los materiales a emplear en la señalización de canalización y balizamiento, serán el PVC y el acero.

Los elementos retrorreflectantes, así como los textos, ribetes, fechas y símbolos, deberán, cumplir con lo señalado en la tabla 103.4 del Capítulo 103 del presente documento.

Las placas de acero deberán cumplir también con lo especificado en el punto 114.02.2 (b1), de esta Guía.

Debido a las dimensiones especiales de las señales de balizamientos, los postes podrán ser distintos a los definidos en el punto 114.02.2 (b2), lo que será estipulado en el Proyecto. En cualquier caso, los postes serán de acero A 37-24 ES.

Los pernos a utilizar, se ajustarán a lo señalado en el punto 114.02.2 (b5). En caso de fundaciones con apoyos de hormigón, este será Tipo H-16.

114.02.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de instalación de las señales, el cual deberá incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Hoyadoras agrícolas, barras de acero y palas.
- Llaves fijas o de expansión para tornillos.
- Martillo de tamaño tal, que permita doblar los tornillos una vez apretadas las tuercas.
- Remachadora.

114.02.4 EJECUCIÓN

114.02.4 (a) Señales Verticales Laterales

Toda la señalización caminera se instalará en la ubicación y con la mínima altura señalada en la profundidad y área mínima de las excavaciones para la instalación de postes sustentadores de señalización vertical lateral, se ajustarán a lo señalado en el Proyecto, debiendo cumplir con los mínimos indicado en las láminas tipo. El hueco no ocupado por los postes deberá rellenarse con hormigón Tipo H-16. (Ver figura 114.2).

En el caso de señales relativas a puentes y estructuras afines se deberán considerar delineadores verticales y señales informativas de identificación de las estructuras, con indicación del nombre del puente y rol del camino, en ambas entradas del puente.

114.02.4 (a1) Ubicación de las señales

Las señales se instalarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o defina el Ingeniero. Su colocación se hará al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de tal forma que el plano de la señal forme con el eje de la vía un ángulo de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 103, que deberá ser medido con comisión de topografía en el terreno.

La ubicación de las señales se debe realizar de acuerdo a lo establecido en los diseños correspondientes.

Cuando sea necesario instalar varios dispositivos en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima, se utilizarán señales dobles.

114.02.4 (a2) Excavación

Se efectuará una excavación cilíndrica de veinticinco centímetros (25 cm) de diámetro como mínimo y sesenta centímetros (60 cm) de profundidad, para el anclaje de la señal.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada cuando se instale en zonas donde la vía transcurre en terraplén, la excavación podrá realizarse hasta una profundidad de treinta centímetros (30 cm), pero se deberá, además, construir un pedestal por encima de la superficie del terreno, fabricado en concreto, que complete la altura necesaria para que la señal quede anclada a la profundidad especificada.

114.02.4 (a3) Instalación de la señal al poste

La señal se instalará de manera que el poste presente absoluta verticalidad y que se obtenga la altura libre mínima indicada.

El tablero deberá fijarse al poste mediante pernos de dimensiones mínimas establecidas en la presente especificación, rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado, a los cuales se les deberá dar golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deberán instalar cuatro (4) remaches a diez centímetros (10 cm) de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta. También podrán utilizarse otros sistemas de aseguramiento que impidan el retiro del perno o elemento de fijación.

114.02.4 (a4) Limitaciones en la ejecución de la instalación

No se permitirá la instalación de señales de tránsito cuando esté lloviendo, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre muy húmedo, a juicio del Ingeniero. Toda el agua retenida deberá ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.

114.02.4 (b) Señales Verticales Aéreas

El marco o bandera para la colocación de señales aéreas está conformado por una fundación, una estructura metálica conectada a la fundación y los letreros informativos. Las conexiones son normalmente apernadas o soldadas.

114.02.4 (b1) Confección y transporte

Una vez efectuadas las excavaciones para las fundaciones del marco o bandera, se procederá a la recepción por parte del Ingeniero. Las fundaciones se ubicarán en el emplazamiento definido en el Proyecto o en su defecto, en un emplazamiento previamente aprobado por el Ingeniero. Las fundaciones tendrán una geometría y profundidad, acordes con el Proyecto. Luego de aprobado el sello, se procederá a colocar un emplantillado de hormigón pobre. Sobre éste se colocarán las armaduras para proceder al hormigonado.

La estructura metálica se conectará con las fundaciones de acuerdo con lo establecido en el Proyecto, conexión mediante platina metálica y pernos, u otro sistema semejante.

El armado del marco o bandera en el sitio, involucra también obras de conexión soldada o apernada, según el Proyecto, que se realizarán con el equipamiento adecuado y cuidando el Contratista de tomar todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra.

114.02.4 (b2) Suministro

La fabricación y provisión de los elementos estructurales, deberá ajustarse a lo establecido en el Proyecto. Se consideran estructuras de acero en base a tubos armados o bien enrejados metálicos de perfiles de bajo espesor.

No obstante lo anterior, el Contratista podrá proponer diseños alternativos para estas estructuras, debidamente justificados por la memoria de cálculo correspondiente, incluyendo la nueva especificación, diseño que deberá ser previamente aprobada por el Ingeniero. El nuevo diseño, deberá cumplir con la presente especificación, en lo pertinente.

Los tubos o los perfiles a utilizar deben ser elementos de fábrica garantizados y que cuenten con los certificados pertinentes que acrediten las propiedades específicas del material que los compone.

Los tubos deberán ser recibidos conforme por el Ingeniero. Este solicitará los certificados de calidad que estime convenientes, a fin de corroborar el cumplimiento de las propiedades especificadas del material.

Las soldaduras en terreno de los perfiles se registrarán por las mismas especificaciones prescritas para la soldadura en taller, y con la misma obligación en cuanto a la certificación de calidad.

La longitud de los elementos a transportar será la indicada en el Proyecto o, en su defecto, por el Ingeniero a proposición del Contratista. De todas formas, la totalidad del marco deberá ser presentada en maestranza, de modo de controlar el estricto cumplimiento de la geometría especificada en el Proyecto.

Una vez recibidas las estructuras en maestranza, se procederá a su limpieza e imprimación anticorrosiva. O bien, si así se especifica, recibirá un baño de galvanizado en caliente, cumpliendo con lo establecido en ASTM A 123 para los tubos y ASTM A 153 para pernos y tuercas.

114.02.4 (b3) Transporte

El transporte de los elementos sólo podrá realizarse con posterioridad a su recepción en maestranza, por el Ingeniero.

El Contratista deberá contar en faena con los elementos adecuados para la descarga y la manipulación de los perfiles en forma segura y eficiente.

Debe cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección ejecutada en maestranza.

114.02.4 (b4) Colocación

El Contratista deberá contar en faena con los elementos necesarios para realizar los movimientos internos y colocación de las estructuras en su posición definitiva sobre la calzada, en forma segura y expedita, cautelando no sólo la seguridad de la estructura sino muy especialmente, la de los trabajadores encargados de esa obra.

Se deberá poner especial cuidado en no someter a la estructura a esfuerzos no contemplados y evitar golpes que puedan ocasionar deformaciones permanentes en los elementos. Deberá cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección hecha en maestranza.

El personal deberá utilizar elementos de seguridad en las faenas de lanzamiento, situación que será controlada por el Ingeniero.

Los arriostramientos deberán ser colocados de acuerdo a lo señalado en el Proyecto, inmediatamente después de presentada la estructura en su posición definitiva.

114.02.4 (b5) Medidas de seguridad

Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra.

114.02.5 CONTROL POR EL INGENIERO

114.02.5 (a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Ingeniero adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos exigidos en esta Guía.
- Efectuar mediciones de reflectividad con un retrorreflectómetro que mida directamente los valores en las unidades candela/candela-pie/pie² indicadas la norma técnica correspondiente.
- Comprobar la correcta instalación de las señales, de acuerdo con los diseños suministrados.
- Contar y medir, para efectos de pago, las señales correctamente elaboradas e instaladas.

114.02.5 (b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

- a) **Calidad de los materiales:** No se admiten tolerancias en relación con los requisitos establecidos para los diversos materiales que conforman las señales y su anclaje.
- b) **Excavación:** La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en este capítulo.
- c) **Inspección previa:** Previo al recibo de las señales, el Ingeniero hará una inspección en horas nocturnas, con la ayuda de una linterna apoyada en la frente, con la cual iluminará la señal para percibir su calidad y detectar las zonas que no reflectan.
- d) **Instalación:** Las señales verticales de tránsito sólo se aceptarán si su instalación está en un todo de acuerdo con las indicaciones de los planos y de las especificación del presente capítulo. Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser subsanadas por el Contratista, a plena satisfacción del Ingeniero.

114.02.6 MEDICIÓN

Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad suministrada e instalada, de acuerdo con los documentos del proyecto y las especificaciones de este Manual, a satisfacción del Ingeniero.

Las señales de tránsito que a petición de la entidad hayan sido cotizadas por metro cuadrado (m²), se pagarán de acuerdo con esta unidad de medida.

114.02.7 PAGO

El pago de las señales verticales de tránsito se hará al respectivo precio unitario del contrato, para todo trabajo ejecutado de acuerdo con las especificaciones del mismo y aceptado a satisfacción por el Ingeniero.

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento y transporte hasta el sitio de instalación; la excavación, el transporte y disposición en los sitios que defina el Ingeniero de los materiales excavados; los cantos, el concreto y las formaletas que eventualmente se requieran para el anclaje, así como todo costo necesario para el correcto cumplimiento de las especificaciones técnicas.

114.02.8 PARTIDAS DEL PRESUPUESTO Y BASES DE MEDICIÓN

Las partidas del presupuesto serán denominadas de acuerdo a lo que se establece en esta Guía y se indique en el Proyecto. Los nombres de cada partida podrán ser modificados y/o complementados con dimensiones u otros datos que el proyectista estime convenientes, para identificar claramente cada partida de pago, en particular cuando se tengan que manejar varios ítems similares, pero de tamaños diferentes.

Las Partidas del presupuesto y bases de medición para la ejecución de proyectos de construcción de señalización vertical son:

114.02.8 (a) Señalización vertical lateral (Pza.)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical lateral del tipo reglamentario, preventivo e informativo, cualesquiera sean sus dimensiones y características, incluyendo postes de sustentación, cualquiera sea su número y tipo, pernos, accesorios, excavaciones, rellenos y todas las

actividades y operaciones necesarias para cumplir lo especificado, salvo la estructura de sustentación tipo Marco o Bandera.

Se cuantificará por unidad (Pieza) de señalización vertical lateral de cualquier tipo, instalada al lado o en la plataforma del camino, y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Ingeniero.

114.02.8 (b) Señalización vertical lateral (m²)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical lateral del tipo reglamentario, preventivo e informativo, cualesquiera sean sus dimensiones y características, incluyendo postes de sustentación, cualquiera sea su número y tipo, pernos, accesorios, excavaciones, rellenos y todas las actividades y operaciones necesarias para cumplir lo especificado, salvo la estructura de sustentación tipo Marco o Bandera.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de placa de señalización vertical instalada al lado o en la plataforma del camino y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Ingeniero.

114.02.8 (c) Señalización vertical sobre la calzada (Pza.)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical sobre la calzada, del tipo informativo, cualesquiera sean las dimensiones y características de la señal, y demás elementos componentes; incluye además todos los materiales, operaciones y actividades necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por unidad (Pieza) de señal vertical sobre la calzada, de cualquier tipo, instalada sobre la calzada del camino. La medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Ingeniero.

114.02.8 (d) Señalización vertical sobre la calzada (m²)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical sobre la calzada, del tipo informativo, cualesquiera sean las dimensiones y características de la señal, y demás elementos componentes; incluye además todos los materiales, operaciones y actividades necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de placa de señalización vertical, de cualquier tipo, instalada sobre la calzada del camino. La medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Ingeniero.

114.02.8 (e) Estructura bandera portaseñal (Pza.)

Esta partida incluye el suministro y colocación en el emplazamiento especificado en el Proyecto, de todos los elementos estructurales para la conformación de la Bandera Portaseñal: excavaciones, armaduras, hormigón, estructura metálica, elementos de conexión, etc., para cumplir con el Proyecto y la presente especificación. No se incluyen los letreros de cada portaseñal y su proceso de instalación. La medición será por estructura portaseñal colocada.

Se cuantificará por unidad (Pieza), de estructura portaseñal tipo bandera instalada y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Ingeniero.

114.02.8 (f) Marco portaseñal (Pza.)

Esta partida incluye el suministro y colocación en el emplazamiento especificado en el Proyecto, de todos los elementos estructurales para la conformación del Marco Portaseñal: excavaciones, armaduras, hormigón, estructura metálica, elementos de conexión, etc., para cumplir con el Proyecto y la presente especificación. No se incluyen los letreros de cada portaseñal y su proceso de instalación. La medición será por estructura portaseñal colocada.

Se cuantificará por unidad (Pieza), de estructura portaseñal tipo marco instalada y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Ingeniero.

114.02.8 (g) Señalización de canalización y balizamiento (Pza.)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización de canalización y balizamiento, cualesquiera sean las dimensiones materiales y características de la señal y demás elementos componentes; incluye además todos los materiales, operaciones y actividades necesarias para el cumplimiento de lo especificado.

Se cuantificará por unidad (Pieza de señal de canalización o balizamiento, de cualquier tipo, instalada al lado o en la plataforma del camino. La medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Ingeniero.

114.02.9 CONSERVACIÓN

Para que una señal cumpla cabalmente su objetivo, debe encontrarse en una posición muy precisa respecto del camino. Los valores recomendados para la ubicación lateral y la altura de las señales son los indicados en los capítulos correspondientes de la presente Guía.

El poste debe ser vertical, con una desviación no mayor que 0,02 m/m.

La nitidez y legibilidad de los símbolos o lecturas de la placa es muy sensible aún a pequeños defectos, como abolladuras, torceduras, rayados, saltaduras producidas por golpes y pérdidas de reflectancia. Para decidir cuándo una placa que ha superado con éxito el control de posición ha perdido legibilidad, debe inspeccionarse tanto de día como de noche. Si el problema está motivado por una pérdida de retrorreflectancia, deberá comprobarse que se encuentra limpia de polvo u otra suciedad, y además medir dicho parámetro según se indica en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

- a) **Remoción de la señal existente.** La señal por reemplazar deberá removerse empleando procedimientos que le eviten todo daño innecesario, en especial, si esta admite una reparación en el taller. Primeramente la placa deberá desmontarse del o de los postes, de manera de evitarle torceduras; en seguida, si se va a reemplazar el poste, se excavará alrededor del o de los postes de manera de retirarlos, incluso con el hormigón de empotramiento, sin someterlos a esfuerzos que pudieran dañarlos.
- b) **Colocación de la señal nueva.** Salvo que durante las inspecciones se hubiera detectado que en el lugar resulta conveniente colocar una señal diferente, normalmente la señal de

reemplazo será igual a la retirada. La instalación se ajustará a lo que indiquen las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, el pavimento, las banquetas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación. Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

A continuación se especifican las labores a realizar para Limpieza, Reacondicionamiento y Reemplazo de señales verticales.

114.02.9 (a) Limpieza

Esta operación se refiere a la limpieza de la cara donde se encuentran los símbolos y leyendas de una placa de señalización, tanto vertical como montada en un pórtico, incluyendo postes y estructuras soportantes. El objetivo es retirar el polvo, grasas, aceites, papeles adheridos o cualquier otra suciedad que disminuya la nitidez y legibilidad.

i. Materiales

Se utilizará cualquier material que no dañe ni perjudique la vida útil de la señal.

ii. Procedimientos de trabajo

Se utilizará cualquier procedimiento de trabajo que asegure una perfecta limpieza de la señal. Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar en forma alguna el pavimento, las banquetas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación. Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

114.02.9 (b) Reacondicionamiento

i. Señales Laterales

Se entiende por reacondicionamiento a los trabajos requeridos para reacondicionar o reparar señales camineras verticales laterales. Incluye el reacondicionamiento de postes, así como de placas de señales, ya sean preventivas, reglamentarias, informativas, turísticas y de balizamiento, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

La operación considera la reutilización de los elementos que presenten torceduras menores, pero que puedan ser enderezadas, y de los postes y marcos en buenas condiciones, por lo que no incluye el reemplazo de postes ni placas.

i.1) Materiales

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos, se materializarán mediante Figuras retrorreflectantes, de los colores y formas específicas y que cumplan los requisitos estipulados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Las placas se fijarán a los postes mediante pernos del tipo y calidad especificados en los Instructivos vigentes.

Las placas y postes no zincados deberán protegerse con dos manos de pintura anticorrosiva sintética y dos capas de esmalte alquid-fenólico compatible con el anticorrosivo, color gris perla (este último no se colocará en la superficie que lleva los símbolos y letras).

Cuando resulte necesario remover un poste para reacondicionarlo, se recolocará en el terreno empotrándolo a lo menos 0,50 m en un hoyo de sección mínima de 0,35 m x 0,35 m relleno con hormigón Tipo H – 16.

i.2) Postes

Sólo deberán reutilizarse postes que no presenten torceduras ni dobleces, por lo que, si resulta necesario removerlos, deberán utilizarse procedimientos que le eviten todo daño innecesario.

Se aceptarán postes con abolladuras siempre que no impliquen torceduras; serán aceptables cuando no se desvíen, en ningún sentido, en más de 0,01 m/m respecto de una línea recta teórica.

La readecuación implica una limpieza completa, retirando todo vestigio de hormigón, pintura suelta, herrumbre y cualquier otra suciedad. La limpieza será grado SSPC-SP2, que básicamente es un procedimiento de limpieza para la remoción de materias extrañas o perjudiciales, tales como grasas, aceites, lubricantes de corte y toda presencia de material soluble o contaminante de la superficie de acero, utilizando solventes, emulsiones, compuestos de limpieza, limpieza a vapor o materiales similares y métodos que ejerzan una acción disolvente o de limpieza. La herrumbre y la pintura suelta se eliminan mediante raspado y cepillado manual con escobilla de acero.

Una vez limpios los postes no galvanizados se pintarán con dos capas de anticorrosivo aplicado con pistola, de 0,03 mm de espesor total mínimo de película seca, y se terminarán con dos capas de esmalte alquid-fenólico compatible con el anticorrosivo, color gris perla, aplicado con pistola y de espesor total mínimo de 0,03 mm, según las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

i.3) Placas

Sólo deberán reutilizarse placas en buen estado que presenten torceduras, dobleces o abolladuras menores. Las placas deberán limpiarse completamente, retirando todo vestigio de grasas, pintura, Figura reflectante, herrumbre y cualquier otra suciedad; el limpiado será grado SSPC-SP3 que es básicamente un método de preparación de superficies de metal para recibir pinturas, por remoción de escamas de laminación, herrumbre y pinturas sueltas o mal adheridas, con cepillos de alambre mecánicos, herramientas mecánicas de impacto, esmeriladora mecánica o por una combinación de estos métodos. Al término de la limpieza la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro anillo metálico. En este tipo de limpieza debe cuidarse de no bruñir la superficie

metálica, a fin de lograr una buena adherencia de la pintura a la base. Las placas no zincadas se pintarán por el reverso con dos capas de pintura anticorrosiva, y por el anverso se colocarán las figuras retrorreflectante que cumplan con las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, con los colores, símbolos y letras que correspondan. Por el reverso se terminarán con dos capas del esmalte especificado, debiendo llevar, además, un símbolo que exprese la fecha y el nombre de la empresa responsable de su reacondicionamiento.

Las placas se fijarán al o los postes mediante los pernos y tuercas que cumplan con las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, las que se afianzarán mediante un punto de soldadura u otro procedimiento aprobado por el Ingeniero que evite robos.

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos, se materializarán mediante figuras retrorreflectantes, que cumplan los requisitos estipulados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Durante todo el tiempo que tarde el reacondicionamiento de las señales del tipo reglamentario y preventivas, se deberá mantener en el mismo lugar una señal provisoria que cumpla la misma función que la retirada o en reparación.

i.4) Disposiciones adicionales

Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, el pavimento, las banquetas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación. Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

Cuando los trabajos se realicen con el camino en servicio, antes de iniciarlos deberán adoptarse las medidas que aseguren la seguridad de los trabajadores.

ii. Señales Aéreas

Esta operación especifica los trabajos requeridos para reparar señales verticales sobre la calzada, tipo marco o bandera, incluyendo la reparación de las placas de señales. Los pórticos a que se hace referencia son los definidos en los planos y Especificaciones Técnicas correspondientes, o similares, cualquiera fueren sus dimensiones y características. Además incluye el caso de letreros construidos con plancha satinada de 1 mm de espesor, remachadas a un bastidor de perfiles de acero.

ii.1) Materiales

Los perfiles que forman parte de la estructura del pórtico y que resulten necesarios reemplazar, deberán ajustarse a lo indicado en los planos y Especificaciones Técnicas vigentes, o los planos de construcción específicos del proyecto de señalización vertical sobre la calzada pre aprobados por el Ingeniero, según corresponda.

Los perfiles para reemplazar secciones deterioradas de los bastidores deberán ajustarse a lo estipulado en el proyecto aprobado preliminarmente por el Ingeniero.

En el caso de placas satinadas por reemplazar, se utilizarán materiales del mismo tipo (calidad y espesor), y se remacharán al bastidor, de acuerdo a los planos y especificaciones del proyecto original en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos se materializarán mediante Figuras retrorreflectantes, de los colores y formas específicas y que cumplan los requisitos estipulados en este capítulo.

Las placas y estructuras no zincadas deberán protegerse con dos manos de pintura anticorrosiva sintética y dos capas esmalte alquid-fenólico, compatible con el anticorrosivo, color gris perla (este último no se colocará en la superficie que lleva los símbolos y letras).

Cuando resulte necesario remover el marco o pórtico de una señal vertical sobre la calzada para reacondicionarlo, éste se recolocará en el terreno en una fundación de hormigón armado Tipo H-25, de las dimensiones que se indican en las Especificaciones Técnicas o en el proyecto preaprobado por el Ingeniero.

ii.2) Procedimientos de trabajo

Los pórticos podrán repararse directamente en el terreno o desmontarse, parcial o totalmente, para trabajar en taller, según lo que resulte más adecuado. En este último caso el anclaje de la estructura deberá restituirse en las mismas condiciones originales o del proyecto, si lo hubiere.

Todos los elementos que no puedan ser reparados satisfactoriamente deberán reemplazarse por nuevos, cumpliendo las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

ii.3) Pórticos y bastidores

Las secciones de acero que integran los pórticos, pilares y vigas, así como los perfiles de los bastidores, que presenten torceduras o dobleces, deberán enderezarse o, si ello no es posible, reemplazarse por elementos iguales en buen estado. Si es necesario también deberá repararse la fundación, reemplazando pernos de anclaje y cualquier otro elemento que se encuentre deteriorado, según proyecto original o cumpliendo las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Los perfiles de acero deberán limpiarse completamente, retirando todo vestigio de pintura suelta, herrumbre y cualquier otra suciedad. Una vez limpios los elementos no galvanizados se pintarán con dos capas de anticorrosivo, aplicado con pistola, de 0,03 mm de espesor total mínimo de película seca, y se terminarán con dos capas de esmalte alquid-fenólico, compatible con el anticorrosivo, color gris perla, aplicado con pistola y de espesor total mínimo de 0,03 mm.

ii.4) Placas

Las placas por reutilizar deberán encontrarse sin torceduras, dobleces o abolladuras que impidan afianzarlas perfectamente al bastidor según las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes. Deberán limpiarse completamente, retirando todo vestigio de grasas, pintura, figura reflectiva, herrumbre y cualquier otra suciedad.

Después de la limpieza se pintarán por el reverso de la misma forma especificada para los perfiles de acero, debiendo llevar un símbolo que indique la fecha y nombre de la empresa responsable de su reacondicionamiento. Por el anverso las placas se pintarán con dos capas de anticorrosivo, para luego utilizar figuras retrorreflectantes que cumplan con los requisitos estipulados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos se materializarán mediante figuras retrorreflectantes que cumplan los requisitos estipulados en este capítulo.

Durante todo el tiempo que tarde el reacondicionamiento de una señal de este tipo, en el mismo lugar de ésta se deberá mantener una señal vertical lateral provisoria que cumpla la misma función que la que se encuentra en reparación, y que tenga dimensiones concordantes con la velocidad de diseño del tramo o sector del camino.

Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, el pavimento, las banquetas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.

Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

114.02.9 (c) Reemplazo de señales verticales laterales

La operación especifica los trabajos requeridos para reemplazar señales camineras verticales laterales que no puedan reacondicionarse mediante otras operaciones, así como también la instalación de señales verticales nuevas. Se incluyen todas las señales preventivas, reglamentarias, informativas, turísticas y de balizamientos, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

i. Señales Laterales

La siguiente especificación es válida para las señales cuya superficie de la placa sea inferior a 3 m^2 , correspondientes a señales preventivas, reglamentarias, informativas y de balizamiento.

De acuerdo al material con el que esté confeccionada la señal a reemplazar, las placas serán preferentemente de los mismos materiales que la señal original, y se cumplirá lo establecido en el numeral 114.02.2 (MATERIALES) del presente Capítulo de Especificaciones Técnicas Generales.

En caso necesario, el Ingeniero podrá autorizar su fabricación en lámina de acero galvanizado.

i.1) Placas para escudos

De acuerdo al material con el que esté confeccionada la señal a reemplazar, las placas serán preferentemente de los mismos materiales que la señal original, y se cumplirá lo establecido en el numeral 114.02.2 (MATERIALES) del presente Capítulo de Especificaciones Técnicas Generales.

En caso necesario, el Ingeniero podrá autorizar su fabricación en lámina de acero galvanizado.

i.2) Postes

Los postes de reemplazo cumplirán lo establecido en el numeral 114.02.2 (MATERIALES) del presente Capítulo de Especificaciones Técnicas Generales en lo que corresponde a este material.

ii. Placas de un área mayor a 3 m²

Las placas para las señales cuya superficie de la placa sea igual o superior a 3 m² e inferior que 12 m², deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, sean preventivas, reglamentarias, informativas o aéreas. Se confeccionarán con plancha de acero satinada del mismo espesor de la placa que reemplaza o en su defecto, si el Ingeniero lo autoriza, de 1 mm de espesor mínimo, sometida al mismo tratamiento anticorrosivo señalado para las señales verticales.

ii.1) Postes

Los postes para las señales de dimensiones especiales, superficie de la placa igual o superior que 3 m² e inferior que 7 m², sean preventivas, reglamentarias o informativas, se confeccionarán con perfiles de acero de 100 x 100 x 3 mm los que se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a señales verticales.

Los postes para las señales de dimensiones de la placa igual o superior que 7 m² e inferior que 12 m², serán de perfiles de acero de 120 x 120 x 4 mm, los que se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a señales verticales.

iii. Postes para delineadores

Los postes para los delineadores serán de perfiles angulares de 38 x 38 x 4,76 mm (1½" x 1½" x 3/16") los que se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a señales verticales.

iv. Pernos

Los pernos, de 6 x 64 mm, y tuercas serán zincados, según norma ASTM A 153-82.

v. Hormigón

El relleno de las excavaciones para empotrar los postes deberá realizarse con hormigón Tipo H – 16.

vi. Otros materiales

Alternativamente en las placas y letreros se podrán usar otros tipos de materiales aprobados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, tales como aluminio, materiales sintéticos, cintas de alta adherencia u otros que señale el Proyecto.

vii. Señales Aéreas

El reemplazo de placas en señales aéreas corresponde al indicado en reemplazo de placas de un área mayor a 3 m².

El reemplazo de la estructura de una señal área se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a la construcción de señales aéreas nuevas.

114.02.9 (d) Partidas del presupuesto y bases de medición

Debido a las características especiales de los trabajos de reacondicionamiento y reparación de la señalización vertical, el Ingeniero estimará la necesidad de introducir en el presupuesto, partidas adicionales o distintas de las mencionadas en este acápite, con el fin de establecer una identificación clara y uniforme de los trabajos a ejecutar.

Las Partidas del presupuesto y bases de medición para la ejecución de proyectos de Mantenimiento y Conservación de señalización vertical son:

i. Limpieza de señales laterales (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para limpiar la cara que contiene los símbolos y leyendas de las señales camineras verticales de acuerdo con los procedimientos especificados, cualquiera fueren sus dimensiones, posición o características, como asimismo los postes y la estructura soportante.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de señal limpia.

ii. Limpieza de señales aéreas (m²)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para limpiar la cara que contiene los símbolos y leyendas de las placas con señales instaladas en marcos porta-letreros y otras estructuras similares, de acuerdo con los procedimientos especificados, cualquiera fueren sus dimensiones, posición o características, como asimismo los postes y la estructura soportante.

La operación se cuantificará por metro cuadrado (m²) de superficie de señal limpia.

iii. Reacondicionamiento de placas en señales laterales: (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar placas de señalización vertical lateral, cualquiera fueren sus dimensiones y características. Incluye desmontar la placa, si fuera necesario, enderezarla para dejarla en una condición aceptable, la limpieza y pintura, así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de placa reacondicionada y reinstalada en el camino.

iv. Reacondicionamiento de postes en señales laterales: (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar postes de señalización vertical lateral, cualquiera fueren sus dimensiones y características. Incluye desmontar la placa y el propio poste, si fuera necesario, enderezarlo para dejarlo en una condición aceptable, la limpieza y pintura, así como la recolocación en el terreno empotrándolo con hormigón, y la recolocación de la placa.

v. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 1 pista (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de una pista, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura, así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de señal vertical sobre la calzada de una pista reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

vi. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 2 pistas (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de dos pistas, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura, así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de señal vertical sobre la calzada de dos pistas reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

vii. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 3 pistas (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de tres pistas, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura, así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de señal vertical sobre la calzada de tres pistas, reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

viii. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 4 pistas (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de cuatro pistas, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura, así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de señal vertical sobre la calzada de cuatro pistas reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

ix. Reemplazo de placas de área inferior a 3 m² (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover únicamente la placa de una señal vertical dañada de área inferior a 3 m², cualquiera fuera su tipo y dimensiones y transportarla al taller o bodega que se indique y la provisión y colocación de otra placa nueva de dimensiones normales.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de placa reemplazada.

x. Reemplazo de placas de área superior a 3 m² (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover únicamente la placa de una señal vertical dañada de área superior a 3 m², cualquiera fuera su tipo y dimensiones y transportarla al taller o bodega que se indique y la provisión y colocación de otra placa nueva de dimensiones especiales.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de placa reemplazada.

xi. Reemplazo de postes de señales de placas de área inferior a 3 m² (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover completamente una señal vertical lateral de área inferior a 3 m², pero con el propósito de reemplazar únicamente el o los postes sustentadores, reutilizando la misma placa existente, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluyendo todos los materiales que la operación demande.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de poste reemplazado.

xii. Reemplazo de postes de señales de placas de área superior a 3 m² (Pza.)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover completamente una señal vertical lateral de área superior a 3 m², pero con el propósito de reemplazar únicamente él o los postes sustentadores, reutilizando la misma placa existente, cualquiera fuera su tipo y dimensiones especiales, incluyendo todos los materiales que la operación demande.

La operación se cuantificará por unidad (Pieza) de poste reemplazado.

114.03 SEÑALES HORIZONTALES

114.03.1 DESCRIPCIÓN

114.03.1 (a) Pinturas y resinas de demarcaciones sobre el pavimento

Este acápite tiene por objeto establecer las guías básicas por seguir en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Ingeniero.

En sectores urbanos que cuenten con iluminación se recomienda utilizar pintura Acrílica - en Base Solvente.

En sectores urbanos sin iluminación e interurbanos se recomienda utilizar resinas Termoplásticas de Aplicación en Caliente.

114.03.1 (b) Captafaros

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación, en las defensas metálicas de la vía, de dispositivos destinados a la orientación del tránsito automotor en horas de la noche. Los captafaros se instalarán en los sitios y con las dimensiones que se indiquen en los documentos del proyecto o que establezca el Interventor.

114.03.1 (c) Hitos de arista

Se define como Hito de Arista o Delineador de Corona un poste dotado de uno o varios elementos reflectivos que se colocan verticalmente en los márgenes de la corona (calzada más banquina) de una vía.

Los hitos de arista tendrán por objeto delimitar los bordes de las vías durante las horas de oscuridad, en condiciones atmosféricas adversas o en tramos de vía que presenten inconvenientes de visibilidad para los conductores. También podrán servir para materializar los hectómetros de la vía, lo cual es muy útil para los estudios de accidentalidad, trabajos de conservación y otros temas.

114.03.1 (d) Tachas reflectivas

Las tachas reflectivas son dispositivos de señalización horizontal destinados a reforzar las demarcaciones del pavimento, con el fin de hacerlas visibles de noche y especialmente en condiciones atmosféricas adversas (lluvia y/o niebla).

114.03.2 MATERIALES

114.03.2 (a) Pintura y resinas de demarcaciones sobre el pavimento

Existe una gran variedad de materiales para demarcar, con diversidad de costos, duración y métodos de instalación, correspondiendo a las entidades responsables de las vías, seleccionar y especificar los que mejor satisfagan sus necesidades. En esta decisión deben considerarse las características nocivas, que para la salud de las personas y el medio ambiente presentan algunos productos, así como el tipo de pavimento y el flujo vehicular, entre otros factores.

La presente especificación técnica corresponde a los materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas, entre otros.

Las pinturas para demarcación del pavimento, se pueden dividir en cuatro grupos: convencionales, termoplásticos en caliente, plásticas multicomponentes en frío y materiales prefabricados. Para las labores de demarcación se utilizarán solo las indicadas a continuación.

Se recomienda el uso de resinas termoplásticas o materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío, en la demarcación de carreteras con superficie de calzada en buen estado y tránsito promedio diario superior a cinco mil vehículos (5000 veh). Igualmente se recomienda utilizar estos materiales en las líneas centrales, en carreteras de tipo montañoso en buen estado, con tránsito promedio diario superior a dos mil quinientos vehículos (2500 veh). Las demás demarcaciones se harán con pinturas de aplicación en frío. En calles o vías urbanas, la entidad encargada de la construcción o del mantenimiento podrá aplicar cualquiera de los materiales especificados.

114.03.2 (a1) Pinturas de aplicación en frío

Acrílica - En Base Solvente: Estas pinturas proporcionan la película de mayor calidad dentro de las convencionales y al mismo tiempo su proceso de secado es el más rápido por ser sólo físico.

Están constituidas por polímeros acrílicos puros, fundamentalmente de metil-metacrilato, o bien se modifican con estireno, por ejemplo, con el fin de mejorar su extensibilidad e incluso aumentar su dureza superficial, aunque la resistencia a la intemperie es sensiblemente menor, presentando tendencia al amarillamiento.

Las ventajas de este tipo de pintura son:

- Alta calidad de la película de acabado.
- Tiempo de secado en terreno más corto que las restantes películas convencionales.
- Mejores propiedades con menor contenido en ligante y pigmento.
- Muy buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos.
- Compatibilidad con pavimentos de hormigón.

En lo que corresponde a las desventajas, estas son:

- Afinidad limitada sobre pavimentos flexibles nuevos (falta adherencia inicial).
- Dependiendo de la composición de los disolventes, requiere precaución en repintados.

Requisitos de los materiales base

Los requisitos que deberán presentar los materiales base empleados en la confección de las demarcaciones son:

- i. **Resistencia al sangrado:** Se entenderá por sangrado la reacción química que se origina entre el sustrato asfáltico con los componentes solventes de la pintura, lo cual produce en la superficie de la pintura un descoloramiento o teñido que afecta la relación de contraste. De ahí la conveniencia en especificar un producto que no reaccione con el asfalto. El requerimiento solicitado es la diferencia en el factor de luminancia sea menor o igual a 0,05 y el color resultante quede dentro del polígono de colores definido en la tabla 107.4.

- ii. **Poder Cubridor:** La relación de contraste, entre el factor de luminancia de la película seca de pintura blanca sobre cuadro blanco, respecto al factor de luminancia de la película seca de pintura blanca sobre cuadro negro, no será inferior al 95% y en el caso de la pintura amarilla no deberá ser menor al 90%.
- iii. **Tiempo de Secado:** El tiempo de secado para pinturas debe ser menor o igual a 30 minutos, pero lo suficientemente alto de manera que permita sembrar las microesferas cuando sea necesario y que estas se puedan incorporar a la demarcación.
- iv. **Flexibilidad:** De acuerdo a exigencias, se solicita que el agrietamiento no deberá ser superior a 12 mm.
- v. **Color:** Se exige que la pintura esté dentro de polígono de colores indicado en tabla 107.4.
- vi. **Adherencia:** La demarcación debe resistir como mínimo una fuerza de 1,96 Mpa, empleando un espesor de película húmeda de 500 μm sobre una probeta normalizada.
- vii. **Envejecimiento Artificial Acelerado:** Al ser ensayada la muestra de pintura, la diferencia de factor de luminancia $\Delta\beta$, diferencia entre luminancia original y después de expuesta, deberá ser menor a 0,05. Las coordenadas cromáticas se mantendrán dentro del espacio de color definido en tabla 107.4.

La ejecución de los ensayos pertinentes y su aprobación, no representará necesariamente que la demarcación cumpla con las especificaciones exigidas para su aprobación, ya que se deberá además controlar los materiales complementarios que componen la demarcación, es decir microesferas de vidrio y diluyentes.

Diluyentes

En general las pinturas que se comercializan en el mercado vienen listas para ser aplicadas, por lo tanto, es importante conocer el tipo de diluyentes que se empleen para la limpieza de equipos y herramientas, con la finalidad que sean compatibles con la pintura aplicada. Al respecto, se recomienda consultar con el proveedor esta característica.

114.03.2 (a2) Resina termoplástica

Son materiales exentos de disolventes y presentables en cualquier forma física sólida que permita, después del calentamiento, su aplicación mediante un método adecuado (spray o pulverización y por extrusión).

Están basados fundamentalmente en resinas de hidrocarburos derivados del petróleo, aunque existen derivados de colofonia e incluso poliésteres y resinas epóxicas termofusibles.

El proceso de curado es por solidificación del material fundido.

Con este tipo de materiales se consigue la confección de marcas viales perfiladas. Estas marcas presentan ventajas indiscutibles desde el punto de vista de la seguridad vial, al tener un mejor comportamiento en cuanto a la visibilidad nocturna en condiciones climáticas adversas. Al mismo tiempo, provocan una señal perfectamente audible cuando se circula sobre ellas, lo que contribuye,

por una parte, a un menor desgaste, pues el usuario se aparta rápidamente de ella, previniéndole al mismo tiempo, en situaciones de riesgo.

Las ventajas son:

- Muy rápido secado en obra.
- Excelente adherencia sobre pavimentos flexibles.
- Material de larga duración por su buena resistencia a la abrasión y la posibilidad de aplicar capas gruesas.
- Ecológico por carecer de disolventes.
- Rápida puesta en obra.

Entre sus limitaciones, se destacan las siguientes:

- Requiere el uso de imprimación para la aplicación directa sobre pavimentos de hormigón.
- Requiere personal calificado para su aplicación y maquinaria sofisticada.

Los materiales definidos en el presente manual podrán ser otros siempre que cuenten con la debida autorización del MOPC.

- i. **Color:** Blanco o amarillo, definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931. Ver tabla 114.10.

TABLA 114.10 COORDENADAS CROMÁTICAS PARA RESINA TERMOPLÁSTICA

COLOR	COORDENADAS CROMÁTICAS								FACTOR DE LUMINANCIA	
	1		2		3		4		DEMARCA CIÓN	LABORATORI O
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
Blanco	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375	> 0,30	> 84
Amarillo	0,494	0,427	0,545	0,455	0,465	0,535	0,427	0,483	> 0,20	> 40

- ii. **Composición:** De acuerdo con lo establecido en la tabla 114.11.

TABLA 114.11 COMPOSICIÓN DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS BLANCA Y AMARILLA

COMPONENTE	COLOR	
	BLANCO	AMARILLO
Aglutinante	18% mínimo	18% mínimo
Dióxido de titanio	10% mínimo	0
Microesferas de premezclado	25% mínimo	25% mínimo
Pigmento amarillo	0	4% mínimo

- iii. **Densidad relativa:** La densidad relativa del material después de su fusión, será de dos, más o menos dos décimas de kilogramo por litro (2.0 ± 0.2 kg/l). La determinación se hará de acuerdo con la norma MELC 12.132 o ASTM D 70-76.
- iv. **Punto de reblandecimiento:** El punto de reblandecimiento determinado por el método de anillo y bola, según la norma UNE 135.222 o ASTM D 36 o BS 2000-58 o ASTM E-28, no será inferior a ciento cinco grados Celsius (105 °C).
- v. **Resistencia al flujo:** La disminución en la altura del cono de material termoplástico, después de haber sido sometido a sesenta, más o menos dos grados Celsius (60 ± 2 °C) durante 24 horas, no será mayor del dos por ciento (2%), según norma UNE 135-223 o MELC 12.131.
- vi. **Temperatura de inflamación:** El material termoplástico se funde en un baño de aceite a ciento ochenta grados Celsius (180 °C), homogeneizándolo mediante agitación durante al menos dos (2) horas. Una vez lograda la perfecta homogeneidad y fluidez de la muestra, se vierte en el vaso abierto de Cleveland de manera que la parte inferior de su menisco quede a un (1) centímetro de la marca de llenado, con el fin de prevenir desbordamientos del material durante el posterior calentamiento en la realización del ensayo. Si se añade un exceso de muestra se puede eliminar con una espátula o cucharilla en caliente.

Realizado el ensayo en el vaso abierto de Cleveland, según la norma MELC 12.133 o UNE 104-281 o ASTM D 92-78, la temperatura de inflamación no será inferior a doscientos cincuenta grados Celsius (250 °C).

- vii. **Factor de luminancia:** Empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/O y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante D65, el valor del factor de luminancia (B) será al menos de ochenta centésimas (0.80) para el color blanco y cuarenta centésimas (0.40) para el color amarillo (Norma UNE 48-073/2 o ISO 7724/2 o ASTM E97).
- viii. **Estabilidad al calor:** El valor del factor de luminancia después de mantener el material a doscientos más o menos dos grados Celsius (200 ± 2 °C) durante seis (6) horas con agitación continua, no variará en más de 3 centésimas (0,03). (Norma BS 3262-1).
- ix. **Envejecimiento artificial acelerado:** Se preparan dos probetas aplicando una película de material mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado (2.600 g/m²), sobre un recipiente de aluminio de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por setenta y cinco milímetros (75 mm), por seiscientos veinticinco milímetros (625 mm), previamente desengrasada con disolvente, se dejan secar durante siete (7) días, en posición horizontal a veintitrés más o menos cinco grados Celsius (23 ± 5 °C) y cincuenta más o menos cinco por ciento (50 ± 5 %) de humedad relativa, protegidas de la radiación solar y del polvo, midiéndose inmediatamente antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia sobre la superficie exterior de la película. (Norma ASTM G-53). Realizado el ensayo durante ciento sesenta y ocho (168) horas, en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta (280) nm y trescientos diez y seis (316) nm. A sesenta más o menos tres grados Celsius (60 ± 3 °C) y cuatro (4) horas de condensación a cincuenta más o menos dos grados Celsius (50 ± 2 °C), no se deberá producir un aumento o disminución en el factor de luminancia superior a cinco centésimas respecto al valor original. Por otra parte, el material aplicado después del ensayo y observado dos (2) horas después de su aplicación, no presentará defecto superficial alguno. (Norma UNE 48-251 o ASTM D 4587).

- x. **Resistencia a la abrasión:** Aplicado el material con un rendimiento tal que permita obtener un espesor de un milímetro (1 mm) y ensayada la muestra con un abrasímetro Taber con ruedas calibradas tipo H-22, con un peso de quinientos gramos (500 g) y en húmedo, no se deberá producir una pérdida de masa mayor de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) al cabo de cien (100) revoluciones.

114.03.2 (a3) Microesferas de vidrio

Las microesferas le otorgan al material base la propiedad de reflexión, es decir, la característica de retrorreflexión que debe poseer la demarcación.

Existen dos tipos de microesferas, una para el mezclado y otra para el sembrado. Así se distingue que aquellas para el mezclado son incorporadas al material base antes de la aplicación, lográndose la retrorreflexión una vez que la acción del tránsito pone al descubierto las microesferas sumergidas en la capa de pintura. En cambio, las microesferas de sembrado corresponden a aquellas que son fabricadas y especificadas para ser proyectadas sobre la pintura recién aplicada, consiguiendo con esto la retrorreflexión en forma inmediata.

La intensidad de la retrorreflexión dependerá de la correcta aplicación en su cantidad y en las características técnicas relacionadas con la esfericidad, granulometría, índice de refracción, apariencia y defectos, y resistencia a agentes químicos.

i. Características:

Naturaleza: La microesfera de vidrio deberá ser de tal naturaleza, que permita su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura y su retrorreflexión sea satisfactoria para las líneas y demás marcas viales.

Microesferas defectuosas: Las microesferas deberán ser transparentes e incoloras, libres de defectos y de material extraño, no deberán tener ninguna lechosidad, ni contener nubes, ni burbujas de aire que puedan afectar su funcionamiento. Un máximo de tres por ciento (3%) podrán estar rayadas, quebradas o con partículas de vidrio angulares, en una muestra de diez gramos (10 g) al ser extendida formando una capa delgada sobre un papel bond blanco y tomando tres (3) muestras de cien (100) microesferas al azar, examinadas con un microscopio con aumento 20X provisto de un analizador de luz polarizada. El porcentaje de microesferas defectuosas se calculará a partir del promedio de los resultados de tres (3) ensayos. La cantidad máxima de microesferas de vidrio defectuosas (ovoides, deformadas, con bolsas gaseosas, con germinados) deberá ser del veinticinco por ciento (25%). La determinación se hará de acuerdo con la norma UNE 135-282-94.

Composición: Las microesferas de vidrio deberán contener un mínimo de sesenta y cinco por ciento (65%) de sílice y estar libres de plomo, excepto como impureza no superior a tres por ciento (3%), en masa, de la cantidad total.

Índice de refracción: El índice de refracción de las microesferas de vidrio se determina usando el método de inmersión en líquido con una fuente de luz blanca, a una temperatura de veinticinco grados celsius (25°C). Las microesferas deberán tener un índice de refracción mínimo de uno y medio (1.50). La medición se hará de acuerdo con la norma MELC 12.31.

Densidad: La densidad estará en el rango entre dos gramos con tres décimas y dos gramos con seis décimas por centímetro cúbico (2.3 a 2.6 g/cm³).

Granulometría: La granulometría de las microesferas de vidrio deberá estar dentro de los siguientes límites:

TABLA 114.12 LÍMITES DE GRANULOMETRÍA DE ESFERAS DE PREMEZCLADO O TIPO PREMIX, PARA RESINA TERMOPLÁSTICA

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
1180 μ m	No. 16	97 – 100
850 μ m	No. 20	90 – 100
450 μ m	No. 40	0 - 20

Si los documentos del proyecto lo consideran o si el aplicador propone una granulometría particular para obtener los valores de reflectividad exigidos, se puede emplear una granulometría diferente.

Resistencia a la fractura: La microesfera de vidrio deberá presentar una resistencia mínima a la fractura así:

- Para las microesferas de vidrio retenidas en el tamiz de 600 μ m (No.30): ciento setenta y ocho Newton (178 N).
- Para las microesferas que pasen el tamiz de 600 μ m (No.30) y queden retenidas en el tamiz de 425 μ m (No.40): ciento treinta y tres Newton y cinco décimas (133,5 N).

Resistencia a la humedad: Las microesferas deberán fluir libremente al ser ensayadas con el siguiente procedimiento:

En una probeta de cincuenta centímetros cúbicos (50 cm³) se colocan cien gramos (100 g) de microesferas y luego se vierte cuidadosamente agua destilada hasta cubrirlas con una lámina de dos y medio centímetros (2,50 cm), dejando reposar el sistema durante cinco (5) minutos. Luego, se vierten las microesferas en un embudo de cristal de doce centímetros y siete décimas (12,7 cm) de diámetro, con un cañón de diez centímetros (10 cm) de longitud, orificios de entrada y salida de once centímetros y una décima (11,1 cm) de diámetro. Puede ser necesario golpear levemente el embudo para iniciar el flujo de las microesferas.

Embalaje e identificación: La microesfera de vidrio se empaquetará en bolsas plásticas o de papel. Cada saco contendrá veinticinco kilogramos (25 kg). Cada saco en la parte externa deberá contener la siguiente información:

- Tipo de microesfera de vidrio.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Fecha de fabricación.
- Identificación de fabricación (Número de lote).
- Indicar tratamientos químicos especiales en caso de tenerlos.
- Cantidad contenida en el saco en kilogramos.
- Recomendaciones de bodegaje y arrume máximo.

ii. **Propiedades de aplicación**

Cuando se apliquen las microesferas de vidrio sobre la pintura, para reflectorizarla por el sistema de postmezclado, con dosificaciones aproximadas de trescientos setenta gramos por metro cuadrado (370 g/m²) de microesferas y seiscientos sesenta gramos por metro cuadrado (660 g/m²) de pintura, las microesferas de vidrio fluirán libremente de la máquina dosificadora y la retroreflexión deberá ser satisfactoria para la señalización.

114.03.2 (b) Captafaros

El captafaro se fabricará en lámina de acero laminado en frío, galvanizada, calibre 22 (0,76 mm), revestida con una capa de zinc por ambas caras mediante el proceso de inmersión, en una cuantía mínima de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m²), incluyendo ambas caras. El captafaro llevará un tornillo con su respectiva tuerca, guasa y arandela, el cual permite su aseguramiento a la defensa metálica. Las caras exteriores deberán estar revestidas con lámina de material reflectivo tipo III o de características superiores de color blanco o plata. Las dimensiones y forma del captafaro se indicarán en los documentos del proyecto.

114.03.2 (c) Hitos de arista

114.03.2 (c1) Tipo de delineador

En este capítulo, se dan las especificaciones técnicas del hito de arista (delineador de corona) de sección en forma de "A". Estas especificaciones podrán adaptarse para otro tipo de delineadores de corona. Los delineadores de corona de sección en forma de "A", tendrán lados iguales de doce (12) centímetros de longitud. El ángulo formado por dichos lados es de 30 grados sexagesimales. El resto de medidas pueden ser observadas en el numeral 105.04.1 (a) (DC-01: HITO DE ARISTA) de esta Guía. La altura del delineador sobre el pavimento debe ser 1,05 metros, aproximadamente.

114.03.2 (c2) Partes que componen el delineador

El delineador se compone de tres partes:

- El Poste.
- El Material Reflectivo y la Franja Negra.
- Los Elementos de Anclaje.

i. Poste

El material del poste se compondrá de una mezcla homogénea de homopolímeros de Cloruro de Vinilo, exentos de plastificantes y con las adiciones necesarias para su estabilización frente a la acción de los rayos ultravioletas.

El poste será de color blanco, para lo cual la mezcla del material deberá tener un contenido de Bióxido de Titanio de 5,5 + 0,5 partes en masa por 100 de mezcla.

En la parte posterior del poste deberá figurar la fecha de fabricación. Los postes tendrán una perforación para drenaje en la cara posterior, como se indica en la figura del numeral 105.04.1 (a). Las características del material de los postes serán las que se detallan en la tabla 114.13.

TABLA 114.13 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE LOS POSTES DE LOS HITOS DE ARISTA (DELINEADORES DE CORONA)

CARACTERÍSTICA	CONDICIÓN	NORMAS	UNIDAD	VALORES
Densidad	23°C	UNE-53020	Kg/m ³	≤ 1.500
Temperatura Vicat	49 N	UNE-53118 ISO-R-306	°C	≥ 81
Dureza Shore D	23°C	UNE-53150	-	85 ± 2
Absorción de agua	-	UNE-53026	mg/cm ²	< 4
Comportamiento al fuego	-	UNE-53315	-	Autoextinguible
Resistencia a la tracción	23°C	UNE-53023	N/mm ²	> 45
Alargamiento a la rotura	23°C	UNE-53023	%	> 80
Choque charpy	23°C	UNE-53021-81	kg/m	> 6
Choque charpy	0°C	UNE-53021-81	kg/m	> 4
Comportamiento al calor	-	UNE-53112	%	< 5

ii. Franja negra y material reflectivo

ii-1) Franja negra: La franja negra del delineador se realizará mediante una lámina adhesiva de vinilo pigmentado, que será flexible y resistente. Una vez adherida al poste no será fácilmente removible, aún empleando agua o disolvente. La franja negra deberá ser lo suficientemente opaca para ocultar completamente el contraste de una leyenda de letras negras sobre fondo blanco colocada sobre la lámina y tener la adherencia adecuada para evitar el levantamiento de sus bordes y daños a causa del frío o calor. No deberá encogerse más de cuatro décimas (0,4) de milímetro y deberá soportar la intemperie durante un mínimo de siete (7) años, sin deterioros tales como agrietamientos, formación de escamas, de laminación o pérdida de adherencia.

La franja negra tendrá una altura de 25 cm y se colocará a una distancia fija del extremo superior del delineador (18 cm) e inclinada hacia el eje de la vía. Es primordial que exista uniformidad en la colocación de los delineadores y en la altura a la que quede la banda negra. Todos los delineadores instalados en un tramo deben presentar una línea aproximadamente uniforme.

La intensidad de la luz reflejada en un delineador depende, en parte, de la altura a la que se coloquen los dispositivos reflectantes y, por lo tanto, de la altura a que se coloque la franja

negra. Por lo anterior convendrá colocar la franja aproximadamente a 18 cm del extremo superior, ya que de este modo se aumenta la eficacia de los dispositivos reflectantes.

ii-2) Elementos reflectantes: Sobre las franjas negras se colocarán los elementos esenciales del delineador que son los dispositivos reflectantes (láminas reflectivas tipo III o de características superiores).

En el borde derecho, las láminas reflectivas serán de color amarillo y tendrán una forma rectangular de 18 cm de alto por 5 cm de ancho. Este rectángulo se coloca centrado en la cara del delineador y sobre la lámina negra. En el borde izquierdo, las láminas reflectivas serán de color blanco y de forma circular de 6 cm de diámetro. Estos círculos se colocan sobre la banda negra, centrados en la cara del delineador y sus centros forman una línea vertical, separados a una distancia de 15 cm.

El número que representa el hectómetro será del mismo material que la franja negra, se colocará en la cara visible del delineador de corona a 70 cm de su borde inferior y estará inscrito en un rectángulo de 7,5 cm de alto y 4 cm de ancho.

iii. Elementos de anclaje

El anclaje al terreno se realizará efectuando una excavación de no menos de 50 cm, una vez colocado el delineador de corona, se rellenará con concreto Tipo H-16. Para garantizar la fijación se debe colocar unavarilla de acero corrugado de ½" (12 mm) de diámetro y de 20 cm de longitud. La varilla atravesará el delineador por los orificios de que dispone el poste. Estos orificios serán de un diámetro de 1,5 cm y estarán ubicados a 25 cm de la base del poste.

Donde el delineador de corona coincida con una barrera de seguridad, éste se sujetará a la barrera mediante una pieza metálica. En caso necesario se recortará el delineador.

114.03.2 (d) Tachas reflectivas

Las tachas deben ser de tipo reflector prismático. El área reflectante debe estar moldeada de material metil metacrilato o policarbonato. La base, debe ser plana sin desviaciones mayores que 1,3 mm.

i. Resistencia a la compresión

La tacha deberá soportar un peso de 2727 kg sin quebrarse o deformarse significativamente, entendiéndose como deformación significativa 3,3 mm.

ii. Resistencia al desprendimiento

La tacha deberá tener una resistencia al desprendimiento mayor o igual a 3,4 MPa (500 Psi).

iii. Color

El color deberá caer dentro de las coordenadas cromáticas indicadas en la tabla 114.14.

iv. Dimensiones

- Altura $\leq 20,3$ mm
- Ancho ≤ 130 mm.
- Ángulo entre la cara de la marca y la base $\leq 45^\circ$.

v. Resistencia a flexión

Para tachas con largos y anchos mayores o iguales a 102 mm debe resistir 909 kgf sin deformación mayor que 3,3 mm.

vi. Retrorreflectancia

Para ángulo de entrada 0° y de observación 0,2° en mcd/lx deben cumplir con los valores indicados en la tabla 114.15 para cada color.

TABLA 114.14 COORDENADAS CROMÁTICAS PARA TACHAS

COLOR	COORDENADA	NÚMERO DE VÉRTICE					
		1	2	3	4	5	6
Blanco	X	0,310	0,453	0,500	0,500	0,440	0,310
	Y	0,348	0,440	0,440	0,380	0,380	0,283
Amarillo	X	0,545	0,559	0,609	0,597		
	Y	0,424	0,439	0,390	0,390		
Rojo	X	0,650	0,668	0,734	0,721		
	Y	0,330	0,330	0,265	0,259		

TABLA 114.15 RETRORREFLECTANCIA

COLOR	RETRORREFLECTANCIA (mcd/lx)
Blanco	279
Amarillo	167
Rojo	70

114.03.3 EQUIPOS**114.03.3 (a) Pinturas y resinas de demarcaciones****114.03.3 (a1) Equipos para pinturas**

Los equipos a emplear en la aplicación de las demarcaciones dependerán del material a aplicar y del tipo de vía. En todo caso, a fin de asegurar una demarcación uniforme y en las dimensiones estipuladas en el proyecto, los equipos deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Los equipos deberán ser autopropulsados y disponer de un mecanismo de control de velocidad.
- Deberán disponer de un mecanismo automático de agitación incorporado.
- Poseer un sistema automático de control de dosificación del material base y de las microesferas.
- Deberán disponer de sistemas independientes del material base y microesferas.
- Deberán disponer de un dispositivo automático de espaciamiento y ancho de línea.

Se deberá tener siempre presente que estos equipos por disponer de compresores de aire o gas, están expuestos a caídas o bajas de presión, o que algún elemento mecánico sufra un desperfecto por falta de lubricación. Con la finalidad de evitar estos inconvenientes, los operadores de los equipos deberán verificarlos, tanto para la puesta en marcha como para la operación y detención.

En el caso que la aplicación de la pintura sea con microesfera de vidrio de premezclado, se deberá verificar en los equipos convencionales, que al homogeneizar la pintura no presente pigmentos en el fondo de los envases, para posteriormente incorporar las microesferas de vidrio en la dosis y forma recomendada por el fabricante, y según las indicaciones del proyecto.

Para el criterio sin premezclado, se recomienda el uso de equipos con sembradores de microesferas a presión, lo cual asegurará una óptima distribución y penetración en la pintura. La experiencia indica que los mejores resultados se consiguen con doble sembrado, es decir, aplicando primero microesferas de diámetros mayores, dentro de la granulometría permitida.

Para el caso de demarcación de figuras y símbolos, después de aplicar la última capa, se siembran las microesferas con una dosis que varía entre 300 a 500 g/m². El sembrado se realiza al voleo, con fuerza, de modo de asegurar la penetración en la pintura.

114.03.3 (a2) Equipos para aplicación de termoplásticos

En este caso se deberá revisar que la temperatura ambiente esté sobre los 12°C y la temperatura del pavimento sea sobre 10°C.

Este material se aplica en estado fundido a una temperatura aproximada a los 200°C. Como el producto debe ser agitado permanentemente a alta temperatura, se recomienda pasar el termoplástico al equipo de aplicación, pasado 30 minutos de que éste haya alcanzado una temperatura sobre los 180°C, ya que el material tiene que pasar por un filtro de 6 mm de abertura. Como regla general, se recomienda que el material termoplástico no exceda de las 6 horas a temperatura sobre los 200°C y no supere los 230°C. Se recomienda consultar con el fabricante las veces que el material puede ser refundido, sin que pierda las propiedades y sin que afecte las características de las microesferas.

Previo a la colocación del material, se deberá limpiar la superficie y aplicar un puente de adherencia o “primer” que sea compatible con el material termoplástico que se utilice. Una vez colocado el puente de adherencia o “primer”, se debe colocar oportunamente el material termoplástico, de manera de asegurar la adherencia entre ambos materiales.

La aplicación del termoplástico se podrá realizar mediante Extrusión a Zapata, el que consiste básicamente en vaciar el material termoplástico fundido en un molde o zapata, que dispone de una

abertura con control de cierre para graduar el material que se deposita, en función del espesor deseado. Este sistema se emplea preferentemente en la demarcación de símbolos en cruces. Aplicado el material, se deberá colocar microesferas de sembrado, en una cantidad aproximada a los 600 g/m², o valor recomendado por el fabricante.

Otro sistema de aplicación es por pulverización o proyección neumática, el que consiste en la pulverización del termoplástico, mediante la combinación de aire con material fundido el cual es depositado sobre el pavimento y luego se aplican las microesferas de sembrado, según recomendaciones del fabricante, que permitan dar cumplimiento a los requerimientos de especificaciones.

El Método de Ribbon o Zapata a Presión, consiste esencialmente en depositar el material termoplástico sobre un molde que está separado del pavimento, que sirve para dirigir el material en la posición deseada y entregar el espesor que puede variar entre 2 a 3 mm. Al igual que en los otros métodos, se deberá aplicar microesferas de sembrado, en la cantidad que indiquen las especificaciones técnicas.

114.03.3 (b) Equipos para la instalación de Captafaros

Para la instalación de estos dispositivos a las defensas metálicas, se requiere:

- Taladros.
- Llaves fijas o de expansión para tornillos.
- Equipo de soldadura.

114.03.3 (c) Equipos para la instalación de Hitos de Arista (delineadores de corona)

Se deberá disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de instalación de los hitos de arista, el cual deberá incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Hoyadoras agrícolas, barras de acero y palas.
- Remachadora.

114.03.4 EJECUCIÓN

114.03.4 (a) Pinturas y resinas de demarcaciones

- La temperatura ambiente sea superior a los 5°C e inferior a los 35°C.
- No exista excesivo viento y que no supere la velocidad de 25 km/h.
- La temperatura del pavimento deberá superar al menos en 3°C a la temperatura del punto de rocío. Se entenderá por punto de rocío, la intersección de la columna que representa los valores de la humedad relativa con la línea que señala los valores de la temperatura del aire.
- El pavimento no se encuentre húmedo.

Para las zonas costeras cercanas a dunas, pozos de áridos, etc., se recomienda considerar que el factor de desgaste será mayor por los sedimentos abrasivos que afectarán a la demarcación y en consecuencia, se deberá tener presente este aspecto en la selección del material, de modo de asegurar la durabilidad de la pintura en buenas condiciones.

114.03.4 (a1) Preparación de la superficie

De acuerdo con los parámetros establecidos por el fabricante, aplicando métodos compatibles el tipo de pavimento sobre el que se aplicarán las pintura o resinas.

114.03.4 (a2) Dosificación

De acuerdo con los parámetros establecidos y recomendados por el fabricante.

114.03.4 (a3) Cierre de la vía al tránsito

El aplicador de la pintura, en coordinación con la Policía de Carreteras o la entidad encargada de la regulación del tránsito en el sector o ciudad, llevará a cabo los cierres de la vía que sean necesarios, para garantizar la seguridad de las operaciones de aplicación y el tiempo de secado de la pintura, efectuando la señalización temporal requerida, de acuerdo con lo establecido por la entidad contratante y con la aprobación del Ingeniero.

Cuando el volumen de tránsito es superior a 1.000 vehículos por día y se va a restringir la circulación, se deberán programar, en coordinación con la entidad contratante o la entidad encargada de la regulación del tránsito en el sector o mantenimiento de la vía, cierres máximos de dos (2) horas, con intermedios de una (1) hora de circulación normal. Los cierres de vía se deberán informar por medios de comunicación hablados y escritos, tres (3) días hábiles antes de iniciar las labores.

114.03.4 (a4) Aplicación de los materiales

Para la aplicación de pinturas en frío se deberán tener en cuenta los parámetros establecidos en la presente Especificación Técnica.

Para la resina termoplástica se deberá tener en cuenta que ésta y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

La resina termoplástica deberá aplicarse de manera homogénea, de tal forma que no haya excesos ni deficiencias en ningún punto, formando una película uniforme sin arrugas, ampollas, ni bolsas de aire.

Las microesferas de vidrio se deberán dispersar uniformemente sobre la película de resina en estado líquido, la cual deberá ligarlas de manera que se logre la máxima adhesión y agarre de las esferas, pero sin afectar los grados de refracción y reflexión de éstas.

Toda demarcación que no resulte satisfactoria en cuanto a acabado, alineamiento longitudinal y reflectividad deberá ser corregida o removida mediante fresado o algún procedimiento satisfactorio, sin costo para la entidad contratante. En ningún evento, se deberá utilizar pintura negra de tráfico. Igual tratamiento se deberá dar a toda la demarcación colocada en forma diferente a los planos o las instrucciones del Interventor y que, a juicio de éste, pueda generar confusión o inseguridad a los usuarios de la vía.

El aplicador deberá remover, a su costa, toda resina termoplástica que presente problemas de adherencia con la superficie.

114.03.4 (a5) Limitaciones en la ejecución

Para la aplicación de pinturas en frío se deberán tener en cuenta los parámetros establecidos en la presente Especificación Técnica.

No se permitirá la aplicación de resina termoplástica en instantes de lluvia, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a doce grados Celsius (12°C) o la temperatura del pavimento inferior a nueve grados Celsius (9°C). Durante el calentamiento del termoplástico, nunca se deberán exceder los doscientos treinta y dos grados Celsius (232°C). El material termoplástico se podrá recalentar máximo tres (3) veces.

Nunca se deberá mantener el material termoplástico por encima de doscientos cuatro grados Celsius (204°C) durante más de seis horas. Cuando se aplique material termoplástico sobre concreto hidráulico o sobre un pavimento asfáltico con agregados expuestos, se deberá aplicar previamente, un imprimante para mejorar el enlace de unión entre el pavimento y el termoplástico.

No se deberá aplicar termoplástico cuando haya humedad en el pavimento. Para determinar su existencia se deberá hacer la siguiente prueba: Pegar en la superficie del pavimento con cinta de enmascarar o cualquier otro tipo de cinta, un trozo de plástico delgado de aproximadamente cincuenta centímetros cuadrados (50 cm²), teniendo cuidado de sellar todos los bordes. Después de quince (15) minutos se examinan el plástico y la vía y si hay agua condensada en alguno de ellos, no se deberá aplicar el material termoplástico. Tampoco se podrá demarcar cuando el viento sea muy fuerte.

114.03.4 (a6) Apertura al tránsito

Las superficies demarcadas deberán ser protegidas contra cualquier tipo de tránsito, hasta el instante en que el recubrimiento se encuentre perfectamente seco. Dicho instante será definido por el Ingeniero.

114.03.4 (b) Captafaros

Salvo que los planos o el Ingeniero establezcan algo en contrario, los captafaros se colocarán en la parte cóncava de la defensa metálica, separados a distancias de tres con ochenta y un (3,81) metros (uno en cada poste, introduciendo el tornillo dentro del hueco que dejan los ojales de los tramos de defensas traslapados), sujetándolos con el tornillo y colocando un punto de soldadura a la tuerca para garantizar la fijación del elemento a la defensa metálica.

114.03.4 (c) Hitos de arista (delineadores de corona)

114.03.4 (c1) Criterios de implantación

El hito de arista (delineador de corona) es además un indicador de hectómetro, por lo tanto su implantación se realizará, en primer lugar, coincidiendo con todos los hectómetros de la vía (dividiendo en diez partes iguales la distancia entre dos delineadores kilométricos sucesivos), inscribiendo (en el lugar indicado en los planos) un número del 1 al 9, que indica el hectómetro de que se trata. No se colocarán delineadores coincidentes con los kilómetros. Todas las distancias entre los delineadores serán medidas a lo largo del eje de la vía. Una vez colocados todos los hectómetros, se procederá a colocar entre dos hectómetros sucesivos un número determinado de delineadores de

corona, que es función del radio de la curva o recta de que se trate, según el criterio definido en el numeral 104.04.7(a).

Los delineadores colocados entre los hectómetros serán de iguales características que estos, pero sin el número. Para lograr la máxima uniformidad posible en la instalación de estos delineadores, se seguirá el criterio de determinar para cada curva cual es su radio y disponer en el hectómetro o hectómetros que abarcan total o parcialmente la curva el número de delineadores de acuerdo a la tabla 104.8.

Para obtener una transición de delineadores intermedios desde los hectómetros que forman parte de cualquier curva a los que hacen parte de un tramo continuo recto (o a una curva con radio mayor de 700 metros) se implementarán transiciones de acuerdo a la tabla citada. Por ejemplo, si solo un hectómetro corresponde a una curva de radio de 140 m, se colocarán delineadores cada 12.5 m entre dicho hectómetro. En el siguiente hectómetro (que se debe encontrar localizado sobre el tramo de transición) cada 16,66 m, en el siguiente cada 25 m y en el siguiente cada 50 m, que es el valor mínimo para rectas o curvas de radio mayor de 700 metros.

En curvas enlazadas, se implementarán los delineadores intermedios que correspondan a cada una de las curvas según su radio y en los hectómetros intermedios se irán espaciando de acuerdo con el criterio del párrafo anterior.

Sin embargo, puede ocurrir que (por la diferencia de radios y por la proximidad de las curvas) si se empieza a aumentar la separación desde la curva de menor radio, se llegue a la de mayor radio con una separación menor o mayor a la que le correspondería por su propio radio. En este caso, se adoptará la solución que suponga el mayor número de delineadores intermedios.

La disposición de los delineadores de corona será la misma por el interior y exterior de la curva, colocándolos enfrentados en el mismo radio. Sin embargo, en donde la curva tenga radio inferior a 100 m, en su interior solo se colocarán la mitad de los delineadores.

114.03.4 (d) Tachas

Las tachas se ubicarán de acuerdo a los detalles del Proyecto.

El área del pavimento donde se colocará la tacha deberá estar libre de polvo, compuestos de curado, grasa, aceite, pintura o cualquier otra materia extraña que pudiere afectar negativamente la acción ligante del adhesivo. Para estos efectos, la superficie indicada se deberá limpiar con un disco esmerilador de grano grueso, mediante chorro de arena o mediante un procedimiento de similar efectividad.

El adhesivo epóxico se deberá preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, considerando que las cantidades requeridas dependen de la textura de la superficie del pavimento. En todo caso, no se deberá preparar más mezcla adhesiva que la que se pueda utilizar en 10 minutos.

La mezcla adhesiva se deberá aplicar mediante una espátula a la base de la tacha o a la superficie del pavimento, en una cantidad tal, que cubra totalmente la superficie de contacto, sin presentar huecos, más un leve exceso.

Las tachas se deberán colocar en su posición tan pronto como sea posible, con un procedimiento que asegure que, respecto del eje del camino, no sufrirá desviaciones mayores que 2 mm, medidos en los extremos. Una vez instalada la tacha se deberá presionar hasta que el pegamento salga por los bordes. Todo exceso de adhesivo se deberá limpiar y retirar inmediatamente. No se aceptará que el pegamento fluya sobre la cara reflectante de la tacha.

Las tachas deberán ser protegidas de golpes por un lapso mínimo de 30 minutos después de colocadas. Además, durante el período que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito pase sobre las tachas. Para esto, el Contratista deberá colocar conos, barreras y la señalización de faenas necesaria en conformidad a lo indicado en el Capítulo 111 (Señalización Transitoria en Zonas de Trabajos).

No se deberán colocar las tachas en las siguientes condiciones:

- Cuando la temperatura del aire o la del pavimento sea igual o inferior a 10°C;
- Cuando la humedad relativa del aire sea superior al 80%;
- Cuando la superficie del pavimento esté húmeda; y,
- Antes de 14 días de haber sido entregado al tránsito un pavimento nuevo.
- Antes de la demarcación de los pavimentos.

114.03.5 CONTROL POR EL INGENIERO

114.03.5 (a) Pinturas y resinas de demarcaciones

114.03.5 (a1) Controles

Para la aplicación de pinturas en frío se deberán tener en cuenta los parámetros establecidos por el fabricante en lo que se refiere a la calidad y aptitud de los materiales para su aplicación en obra.

Durante la ejecución de los trabajos de aplicación de resina termoplástica, el Ingeniero adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo, empleado por el contratista.
- Verificar la instalación de la señalización que advierta sobre la ejecución de los trabajos e informe sobre el cierre parcial de la vía o restricción de la velocidad de circulación cuando la demarcación se hace con vía abierta.
- Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidos en este capítulo.
- Comprobar que la aplicación de los materiales se haga teniendo en cuenta las limitaciones en la ejecución indicadas en este capítulo.
- Comprobar que los materiales se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.
- Verificar la adhesión, acabado y reflectividad de la resina termoplástica colocada.
- Verificar el cumplimiento sobre las distancias de prohibido adelantamiento, en curvas verticales y horizontales y en zonas con esta restricción en tramo recto, donde la distancia de visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de visibilidad del sector. Para ello, se le deberán indicar claramente al contratista, las velocidades de los sectores, para hacer estas mediciones de acuerdo con lo expresado en el capítulo 109 de esta Guía.
- Medir, para efectos de pago, las líneas y marcas ejecutadas en acuerdo a esta especificación.

114.03.5 (a2) Condiciones específicas para la recepción y tolerancias

- i. **Acabado:** De acuerdo con el procedimiento descrito en el catálogo del proveedor y lo que establezca el Ingeniero. En caso necesario, el Ingeniero redactará una especificación técnica especial que establezca los criterios de tolerancias y condiciones para la recepción.
- ii. **Dimensiones:** Se tendrá en cuenta lo establecido en esta Guía, las dimensiones y separaciones que se indiquen en los planos del proyecto y lo contemplado en las recomendaciones del fabricante, en función de los equipos a utilizar. En caso necesario, el Ingeniero redactará una especificación técnica especial que establezca los criterios de tolerancias y condiciones para la recepción.
- iii. **Visibilidad:** Las mediciones de reflectividad diurna y nocturna se harán conforme a lo especificado en los catálogos del fabricante y lo que se indica en la presente Guía. En caso necesario, el Ingeniero redactará una especificación técnica especial.

114.03.5 (b) Captafaros

114.03.5 (b1) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Ingeniero adelantará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan con las especificaciones técnicas.
- Verificar que los trabajos se ejecuten de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- Contar, para efectos de pago, los captafaros correctamente elaborados e instalados.

114.03.5 (b2) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Ingeniero sólo aceptará los captafaros elaborados con materiales adecuados e instalados conforme lo establecen los documentos del proyecto y las especificaciones técnicas.

114.03.5 (c) Hitos de arista (delineadores de corona)

El control de la instalación de los hitos de arista (delineadores de corona) consta de un control de la calidad y fabricación del delineador y un control de su puesta en obra.

114.03.5 (c1) Control de calidad y fabricación del delineador

- Debe comprobarse que el delineador cumple las dimensiones indicadas en los planos, tanto en espesores como en longitudes, así como la colocación de las láminas reflectivas y bandas negras.
- Para garantizar la calidad del material del delineador (cloruro de polivinilo) deben comprobarse las características descritas en este capítulo.
- Los ensayos para cuantificar el valor de las características anteriores se realizará en muestras elegidas aleatoriamente de acuerdo con las reglas de muestreo para la inspección por atributos, Normas UNE 66-020-88.
- También, deberán realizarse ensayos a los elementos reflectivos que se adhieren al delineador. A estos materiales se le aplicarán las técnicas de los ensayos contenidos en los catálogos del fabricante y en normativa internacional usualmente aceptada.

- Para garantizar la calidad del material reflectivo y de la lámina adhesiva de vinilo pigmentado, se hará necesario presentar el certificado de calidad de la empresa proveedora de estos materiales, que garantice una duración mínima de siete años sin que aparezcan deterioros, tales como, agrietamientos, formación de escamas o pérdida de adherencia.
- Una forma práctica para determinar en el campo si la adherencia entre el poste y la lámina de vinilo es buena, consiste en probar (a la temperatura ambiente) que es imposible despegar la lámina, pues ésta se parte antes de desprenderse del poste.
- Es muy importante que entre las láminas y el poste no se presente ninguna burbuja de aire visible a simple vista. Cuando esto ocurre el delineador deberá rechazarse.
- Es conveniente que se controle el peso del delineador. Un delineador de corona de sección en forma de "A", de una longitud de 1,55 metros, deberá pesar 1,45 kilogramos, aproximadamente.

114.03.5 (c2) Control de la puesta en obra

Una vez comprobada la calidad de los materiales, es preciso garantizar la puesta en obra, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Se comprobará el replanteo y se ajustará la distancia entre delineadores, según los criterios de implantación.
- Una vez colocado el delineador, el ángulo formado por una de sus caras y el plano perpendicular al eje de la vía deberá ser de 15 grados sexagesimales, aproximadamente. Es importante que este ángulo sea el indicado, ya que de ello depende la intensidad reflectiva que percibe el conductor. Por lo tanto, se deberá utilizar una plantilla que permita medir este ángulo. Algo semejante ocurre con la altura a la que se encuentra el material reflectivo, ya que es muy importante que la altura de todas las franjas negras formen una línea uniforme. La altura del delineador se referenciará con la marca vial del borde más próximo.
- Es necesario que la puesta en obra garantice que el delineador permanezca vertical en todo momento. Para ello no solo debe ser correcta su instalación sino que además se deben tomar todas las precauciones necesarias para que el delineador no sufra movimientos. Esto se consigue con una buena selección de elementos de anclaje, cuando el delineador se instala sobre terreno, barreras metálicas, muros y cualquier otro elemento firme.
- Siempre que el delineador se coloque sobre el terreno, será necesario rellenar el cimientado con el concreto mencionado y se comprobará que se dispone de la varilla de anclaje y que ésta tiene sus dimensiones correctas.
- El cimientado de los delineadores de corona tendrá una profundidad mínima de 50 centímetros y unas dimensiones en planta suficientes (forma cilíndrica de 30 cm de diámetro) que permitan fijar en su centro el anclaje.
- Se debe asegurar la limpieza del sitio de obra, retirando todo material sobrante de los trabajos.

114.03.6 MEDICIÓN

114.03.6 (a) Líneas de demarcación

La unidad de medida de las líneas de demarcación continua o discontinua, efectivamente aplicada, será el metro (m) lineal aproximado al decímetro (dm), de conformidad con los planos del proyecto y los requerimientos hechos por el Ingeniero.

114.03.6 (b) Marcas viales

La unidad de medida para las demás marcas viales será el metro cuadrado (m²), aproximado a la centésima, correspondiente a la superficie efectivamente y aceptada por el Ingeniero. No se medirá ninguna línea de demarcación o marca vial colocada por fuera de los límites autorizados por el Ingeniero.

114.03.6 (c) Captafaros

Los captafaros se medirán por unidad (pieza) suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y las especificaciones técnicas, debidamente aceptados por el Ingeniero.

114.03.7 PAGO

114.03.7 (a) Líneas de demarcación y otras marcas

El pago de las líneas de demarcación y demás marcas viales se hará conforme a lo establecido en precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con las especificaciones técnicas y aceptado a satisfacción del Ingeniero. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación de la pintura o resina termoplástica y las microesferas de vidrio.

Igualmente deberá contemplar todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplicará la pintura, la señalización de la obra y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos y en el lapso posterior que fije el Ingeniero para la apertura al tránsito. En general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo.

114.03.7 (b) Captafaros

El pago se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato, por todo captafaro suministrado e instalado de acuerdo con las especificaciones técnicas, a satisfacción del Ingeniero. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de preparación, suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios e instalación del captafaro. Igualmente deberá contemplar el suministro e instalación de todos los elementos necesarios para asegurarlos a la defensa, la señalización de la obra y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

114.03.7 (c) Hitos de arista (delineadores de corona)

El pago se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato, por todo hito de arista (delineador de corona) suministrado e instalado de acuerdo con las especificaciones técnicas, a satisfacción del Ingeniero. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de preparación, suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios e instalación del hito de arista (delineador de corona). Igualmente deberá contemplar el suministro e instalación de todos los elementos necesarios para anclarlo al piso, la señalización de la obra y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

114.03.7 (d) Tachas

El pago se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato, por toda tacha suministrada e instalada de acuerdo con las especificaciones técnicas, a satisfacción del Ingeniero. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de preparación, suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios e instalación de las tachas. Igualmente deberá contemplar el suministro e instalación de todos los elementos necesarios para anclarlas al piso, la señalización de la obra y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

114.03.8 ÍTEM DE PAGO

114.03.8 (a) Líneas de demarcación y otras marcas

- a) Línea de demarcación con pintura en frío (m).
- b) Marca vial con pintura en frío (m²).
- c) Línea de demarcación con resina termoplástica (m).
- d) Marca vial con resina termoplástica (m²).

114.03.8 (b) Captafaros

Captafaros (Pza.).

114.03.8 (c) Hitos de arista (delineadores de corona)

Hitos de arista (delineadores de corona) (Pza.).

114.03.8 (d) Tachas

Tachas (Pza.).

114.04 BARRERAS PARA TRÁFICO

114.04.1 DESCRIPCIÓN

Barreras / Barreras para tráfico: Es un elemento de protección colocado entre el tráfico y un peligro potencial, destinado a minimizar lesiones a los ocupantes de un vehículo en la eventualidad que un vehículo errante deje la ruta normal de viaje.

Barrera longitudinal: Es una barrera ubicada adyacente a la plataforma vial, orientada a contener a un vehículo que abandone la ruta normal de viaje, redireccionándolo.

Atenuador de impacto (atenuador de energía): Es una barrera ubicada al frente de un objeto fijo con la intención de reducir lesiones en un eventual impacto frontal.

Poste: El poste actúa como soporte de la barrera y elemento de inserción en el terreno.

Separador: El separador es el elemento de unión entre la barrera y el poste de sujeción. Su función principal es separar las ruedas del vehículo del poste durante el impacto, evitando que el vehículo se enganche y gire sobre sí mismo. Permite además mantener la barrera a una altura casi constante y

en contacto con el vehículo, a medida que los postes se van inclinando, disminuyendo el riesgo de que el vehículo supere la defensa metálica.

114.04.2 MATERIALES

Los materiales a suministrar para barreras de tráfico son en general los siguientes:

- Postes de madera para barreras.
- Bloques separadores de madera para barreras.
- Baranda de viga metálica.
- Postes de metal.
- Ferretería para anclaje de la barrera.
- Ferretería para la baranda.
- Baranda de viga metálica.
- Postes de metal.
- Materiales para barreras de concreto.
- Materiales para atenuadores de impacto.

Para la utilización de piezas especiales de extremo (“cola de pez”, perfil de extremo doblado en “U”, etc.), se deberán seguir las recomendaciones del fabricante para su correcta instalación. Los materiales para su fabricación deberán conformar las especificaciones de los elementos a los que se adosan o lo que recomiende el fabricante.

114.04.2 (a) Postes de madera para barreras

114.04.2 (a1) Generalidades

A menos que se especifique de otra forma, se proveerán los postes de madera para barreras laterales y de separador central en los tamaños establecidos en la presente Guía y en los planos de diseño, los que serán fabricados de especies maderables aceptadas por el Ingeniero.

Los postes de madera deberán tener una resistencia mínima a la flexión en la fibra extrema de 84,5 kg/cm² (1.200 psi).

Sólo se permitirán postes de madera tratados de proveedores aceptados por el Contratante de acuerdo al registro que mantenga el MOPC y serán aceptados sólo después la ejecución de ensayos para la aceptación de materiales que no son ensayados en campo.

114.04.2 (a2) Grado de las maderas (clasificación técnica)

El grado de las maderas será determinado de acuerdo a lo que se establece en las correspondientes normas nacionales para la determinación del grado de maderas tratadas para usos estructurales.

114.04.2 (a3) Certificaciones

El proveedor deberá proporcionar los correspondientes certificados procedencia de la madera, emitido por una agencia de inspección reconocida.

114.04.2 (a4) Tratamiento de preservación

En este numeral se incluyen los requerimientos para el tratamiento de preservación de postes y bloques de madera para barreras de tránsito.

- i. **Generalidades.** Todos los tratamientos de preservación deberán ser realizados de acuerdo con AASHTO M 133 y los estándares referidos de la AWPA, excepto que sólo los siguientes preservantes son permitidos:
 - Creosota.
 - Pentaclorofenol (cualquier solvente).
 - Arseniato amoniacal de cobre y zinc (siglas en inglés: ACZA).
 - Arseniato crómico de cobre (siglas en inglés; CCA), tipos A, B o C.
 - Naftanato de cobre.
 - Cuaternario de cobre amoniacal, tipo B, C o D.
- ii. **Tiempo de secado.** Cuando se utilice (ACZA) con elementos de aire seco tal como está definido en AWPA P5, se secará por un mínimo de 30 días antes de su instalación. El sistema de secado con estufa puede ser reemplazado por secado durante 30 días con aire seco. Las características estacionales que establezcan limitaciones para el proceso de secado determinarán condiciones especiales como la realización del tratamiento bajo techo. Durante el tiempo de 30 días del tratamiento y hasta que los elementos sean instalados en la obra, los elementos de madera se almacenarán en pilas separando cada capa con separadores de al menos 12 mm (1/2") de espesor. El contenido máximo de humedad deberá ser de 19% previo a su instalación. Los separadores y cualquier otro desperdicio proveniente de los postes y bloques separadores serán retirados de la obra y dispuesto de acuerdo con las regulaciones y especificaciones ambientales vigentes.
- iii. **Tratamiento en el sitio de obra.** Cualquier daño al tratamiento o las superficies perforadas serán tratadas con un preservante de acuerdo a lo establecido en el presente numeral.

Se proporcionarán certificados de inspección de la madera de una agencia reconocida.

Antes del tratamiento de preservación, deberán perforarse todos los agujeros y los cortes necesarios tal como se muestra en los planos de taller y lo apruebe el Ingeniero.

Cada poste tratado con preservante mostrará una evidencia razonable de acondicionamiento antes del mismo, de forma que cualquier encogimiento futuro no cause fisuras que expongan madera no tratada.

Al tiempo de la inspección en la fábrica y al tiempo de su instalación, cada poste tratado será sujeto a inspección para evidenciar su acondicionamiento. La presencia de fisuras en la superficie no será causa de rechazo del poste, a menos que la rajadura, fisura o cuarteado exceda los 12 mm (medido en la superficie).

Si un poste que de otra forma sería aceptable presenta rajaduras, fisuras o cuarteado en la misma pendiente que el grano de la madera o el plano que contiene a un agujero y se extiende 7,5 cm (3") dentro del agujero para empernar, el poste será rechazado, a menos que sea provisto con un fijador ajustado transversal a la separación, al centro del poste y 5 cm (2") debajo del tope. Se asegurará con un perno galvanizado y tuerca de 12 mm (1/2") y

arandela galvanizada debajo de la cabeza del perno y de la tuerca después que se ha terminado el curado del poste.

Los agujeros del poste estarán adecuadamente tratados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante o como lo apruebe el Ingeniero.

Los postes podrán ser inspeccionados en cualquier momento en la planta de tratamiento, antes, durante o después del tratamiento. Normalmente, la inspección será realizada por un inspector de una agencia reconocida no más allá de 10 días después del tratamiento, tomando en cuenta que el inspector haya sido notificado antes de iniciar el tratamiento.

La inspección de los postes se realizará de acuerdo con los estándares vigentes de la AWPA, a excepción de lo siguiente:

- El inspector elegirá el número de postes tratados de cualquier lote de carga al cilindro de tratamiento para determinar la penetración del tratamiento.
- Cada poste seleccionado para prueba deberá ser representativo de acuerdo a la base de aceptación o rechazo por prorrateo de acuerdo al número de postes de cada lote.
- Si un 20% de los postes elegidos aleatoriamente no conforman los requerimientos, todos los postes del lote del que proviene serán rechazados y calificados como inaceptables.

A discreción del Ingeniero, cada poste tratado o una muestra aleatoria representativa de postes tratados podrán ser inspeccionados para comprobar la presencia de rajaduras, fisuras o cuarteado de acuerdo a lo expuesto en esta especificación.

Los postes que no conformen los requerimientos de aceptación serán rechazados en la planta de tratamiento por unidad, por lotes parciales o por lotes completos. (Un "lote" comprende los postes de cualquier carga del cilindro de tratamiento).

Cada poste tratado deberá llevar una marca permanente o una etiqueta de metal que identifique al proveedor y el año de tratamiento, colocada por el proveedor ya sea:

- En el tope del poste, o
- En la cara posterior del poste, de 20 a 25 cm (8" a 10") por debajo del agujero del perno.

Inspección de campo para aceptación o rechazo: A tiempo de su instalación, cada poste se inspeccionará para:

- Medir el ancho de la rajadura, fisura o cuarteado más ancho.
- Verificar daños en la madera que pudiesen afectar su solidez.
- Verificación de madera no tratada expuesta.
- Verificación de lixiviación de líquido preservante en el poste.

Los postes que muestren una rajadura, fisura o cuarteado que exceda los 12 mm (1/2") de ancho serán rechazados.

Los postes que muestren daños superficiales pueden ser reparados con un tratamiento en el sitio de la obra con preservantes de acuerdo al estándar de AWPA M 4.

La reparación de postes con rajaduras, fisuras o cuarteados, o donde las mismas se han profundizado lo suficiente para exponer la madera no tratada, deberán ser tratados con un

preservante de aplicación en obra aprobado por el Ingeniero llenando las separaciones hasta la superficie del poste.

Se retirarán de la obra los postes tratados que hayan sido rechazados de alguna forma por una o varias deficiencias arriba expuestas, o no hayan sido reparados satisfactoriamente como se indica aquí.

114.04.2 (b) Bloques (separadores) de madera tratada para barreras de tráfico

Salvo que se especifique de otra forma, los bloques separadores de madera suministrarán en las dimensiones indicadas en los planos de taller o como lo recomiende el fabricante, previa aprobación del Ingeniero.

Los bloques de maderas tratada cumplirán, en lo que corresponda, lo establecido en los numerales 114.04.2 (a1), 114.04.2 (a2), 114.04.2 (a3) y 114.04.2 (a4) de la presente especificación.

- i. **Plástico reciclado.** Se pueden utilizar bloques para barreras de tráfico fabricados de plástico reciclado de acuerdo a registro de proveedores mantenido por el MOPC, y aprobados por el Ingeniero.

114.04.2 (c) Barreras de cable

114.04.2 (c1) Cables para barreras

Los cables para barreras serán suministrados por proveedores registrados en el MOPC y aprobados por el Ingeniero. Todos los cables para barreras en el proyecto deberán provenir del mismo fabricante sin importar el número de filas de cable requeridas y sin importar los tipos de cables requeridos.

Se utilizarán elementos de concreto premoldeado o vaciados en sitio de acuerdo a lo establecido en los planos de diseño.

El concreto deberá cumplir con lo establecido en el numeral 114.04.2 (f) (Concreto comercial de resistencia específica).

114.04.2 (c2) Terminales de cables para barreras

Se utilizarán las siguientes opciones de acuerdo a lo especificado:

Opción 1. Se utilizarán terminales de barreras de cable suministrados por un proveedor registrado en el MOPC y aprobado por el Ingeniero que sea compatible con el sistema utilizado.

Opción 2A. Se asegurará la barrera de cable a una baranda nueva como sea aprobado por el fabricante de la barrera de cable.

Opción 2B. Se asegurará la barrera de cable a una baranda existente como sea aprobado por el fabricante de la barrera de cable.

114.04.2 (d) Barreras metálicas laterales para puentes

114.04.2 (d1) Alcance

Esta sección establece los requerimientos de las barandas metálicas para puentes, orientadas exclusivamente al tráfico vehicular.

No se tratan en esta especificación las barandas metálicas para peatones, mismas que se desarrollan en bibliografía especializada.

114.04.2 (d2) Vigas, placas y barras

Las vigas, placas y barras deberán ser conformes con ASTM A 36. El contenido de silicio de todas las vigas, placas y barras expuestas que son establecidas en los planos con el rótulo “Galvanizado – Control de silicio”, deberán conformar lo siguiente.

- i. **Galvanizado.** El galvanizado se ejecutará, de acuerdo con lo que sea aplicable, con el proceso de inmersión en caliente de acuerdo a:
 - AASHTO M 111 (ASTM A 123).
 - AASHTO M 232 (ASTM A 153).

El acero que sea utilizado para barreras laterales de puentes y sea designado en los planos de taller con el rótulo “Galvanizado – Control de silicio” deberán tener un contenido controlado de silicio.

El contenido de silicio deberá estar ya sea en el rango de 0% a 0,04% ó 0,15% a 0,25%.

Antes de proceder con el galvanizado se someterá el certificado de calidad del fabricante para la aprobación del Ingeniero y para conocimiento del responsable del proceso de galvanización.

114.04.2 (d3) Tubos de acero estructural

Los miembros estructurales de las barandas metálicas deberán conformar con ASTM A 500. El acero que conforme con ASTM A 513 o ASTM A 618 puede ser sustituido con tubos ASTM A 500, sujeto a las siguientes limitaciones:

- Se proveerán resultados de ensayos de tensión y resistencia química.
- El contenido de silicio deberá conformar lo establecido en la presente especificación técnica.
- Los requerimientos de tensión y elongación de los tubos ASTM A 513 deberán conformar los requerimientos de los tubos ASTM A 500.

114.04.2 (d4) Barandas de acero.

Los miembros de parapetos metálicos deberán ser de perfiles de acero conformes con ASTM A 53, Grado B ó ASTM A 500, Grado B.

114.04.2 (d5) Postes de acero moldeado

Los postes de acero moldeado deberán ser de perfiles acero al carbono, acordes con AASHTO M 103 (ASTM A 27), Grado 65 – 35.

114.04.2 (d6) Barandas metálicas de perfil triple

Las vigas de perfil triple deberán ser conformes con AASHTO M 180, barandas Clase A, revestimiento Tipo II después de la fabricación y realizada la prueba de la mancha. Las placas de respaldo serán aceptadas con los extremos y agujeros no galvanizados, previendo que estas áreas serán tratadas en obra con un galvanizador sustituto aprobado aplicado como baño en caliente de acuerdo con ASTM A 780 y ASTM A 123. El contenido mínimo del método A2 será 94% sobre la película seca.

114.04.2 (d7) Imprevistos

Las placas, tapas y piezas misceláneas para completar la barrera serán ejecutadas como se indica en los planos de taller o como sea especificado.

114.04.2 (e) Barreras metálicas laterales a la carretera y para separador central

114.04.2 (e1) Alcance. Esta especificación incluye los requerimientos para transformar láminas de acero galvanizado en barandas, y los elementos de ferretería de las barandas.

114.04.2 (e2) Baranda de viga metálica. Se forma la baranda de acero galvanizado. La baranda de viga de acero galvanizado deberá conformar con los requerimientos de AASHTO M 180, Clase A. El revestimiento de zinc deberá conformar los requerimientos de AASHTO M 180, Clase II, aplicado después de la fabricación y sujeto al ensayo de la mancha simple.

Las placas de respaldo serán aceptadas con los bordes y agujeros no galvanizados previendo que estas áreas serán tratadas en la obra con un sustituto de galvanización aprobado por el Ingeniero.

114.04.2 (e3) Postes para barreras laterales y de separador central. Los postes de metal serán de acero estructural de acuerdo a los requerimientos de ASTM A 36, y el galvanizado deberá conformar con AASHTO M 111 (ASTM 123).

114.04.2 (e4) Ferretería de las barandas. Todos los pernos, tuercas, arandelas y otros elementos para las barandas de acero deberán conformar lo establecido en AASHTO M 180. Todos los pernos, tuercas y arandelas deberán ser como se detalla en los planos de taller o con lo que recomiende el proveedor, y no deberán tener sobre tamaño mayor a 0,8 mm (1/32").

114.04.2 (e5) Ferretería de anclaje de las barandas. Los cables y otros elementos de anclaje deberán conformar los requerimientos de AASHTO M 30, Clase C para el cable Tipo II. El galvanizado se realizará de acuerdo con AASHTO M 111 (ASTM 123).

Para los anclajes de acero, los tubos de acero deberán cumplir los requerimientos de ASTM A 500, Grado B, ASTM A 501 ó ASTM A 618.

La placa del suelo deberá cumplir los requerimientos de ASTM A 36. Después de la fabricación se galvanizarán los tubos y la placa de acuerdo con AASHTO M 111 (ASTM 123).

114.04.2 (e6) Aceptación de los materiales. Las fábricas pueden ser periódicamente inspeccionadas para verificar el cumplimiento de métodos de fabricación; y se obtendrán muestras para ensayos de laboratorio para verificar la calidad exigida de materiales.

Esta puede ser la base de aceptación de lotes y de calidad de materiales.

114.04.2 (f) Barreras de aluminio

El proveedor de estos materiales deberá recomendar el uso de especificaciones especiales para barreras de aluminio, debiendo éstas conformar los requerimientos que correspondan de agencias internacionalmente reconocidas (en especial AASHTO y ASTM).

En el caso de uso de estos materiales, el Ingeniero redactará las especificaciones técnicas especiales que correspondan, con la aceptación expresa del Contratista y la aprobación del Contratante.

114.04.2 (g) Barreras de concreto

Este trabajo consiste en la construcción barreras concreto de cemento portland prefabricadas o vaciadas en sitio, en las formas y tamaños establecidas en los planos de taller o como lo apruebe el Ingeniero.

El suministro incluirá los siguientes materiales y procedimientos:

114.04.2 (g1) Concreto comercial de resistencia específica. Este trabajo consiste en el suministro, colocación y terminado de concreto comercial de resistencia específica (siglas en inglés CGC). Se suministrarán materiales que cumplan con los siguientes requerimientos:

- (a) Aditivos (mezclas químicas).** Esta especificación incluye los requerimientos para los aditivos (mezclas químicas) para incorporación de aire, reducción de agua, retardadores y aceleradores de fraguado.

Se suministrarán aditivos de proveedores registrados por el MOPC y aprobados por el Ingeniero.

Un aditivo que no esté registrado en la lista de proveedores podrá ser utilizado si, antes de utilizarlo, el Contratista proporciona un certificado de resultados de ensayos demostrando que el aditivo ha sido ensayado para cumplir con las presentes especificaciones. El Contratante podrá tomar muestras y someterlas a ensayos de acuerdo con los Procedimientos de Ensayo de Materiales fuera del sitio de la obra que incluyen usualmente lo siguiente:

- El certificado de resultados de ensayos, proporcionado por el Contratista.
- El certificado de cumplimiento de calidad, emitido por alguna agencia reconocida internacionalmente (AASHTO, ASTO u otra).
- Lista de equipos y planos para los materiales propuestos (planos de taller, lista de materiales, lista de equipos, catálogos descriptivos, brochures del fabricante), que son remitidos al Ingeniero para verificar su cumplimiento con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Certificado de origen de materiales de acero, que será proporcionado sólo a requerimiento específico del Ingeniero.

Los materiales serán sujetos a un ensayo de aceptación si el Ingeniero lo requiere. El Ingeniero puede rechazar materiales dañados o que no cumplan las especificaciones sin importar los documentos de conformidad que se hayan presentado.

El contenido de cloro de cualquier aditivo utilizado en concreto de cemento portland en contacto con piezas metálicas embebidas no deberá exceder del 0,5% en peso de la mezcla.

(b) Especificación de los Aditivos (mezclas químicas).

Aditivo para incorporación de aire ocluido:	AASHTO M 154 (ASTM C 260).
Aditivo reductor de agua de fraguado:	AASHTO M 194 (ASTM C 494).
Aditivo retardador:	AASHTO M 194 (ASTM C 494).
Aditivo acelerador:	AASHTO M 194 (ASTM C 494).

114.04.2 (g2) Agregados. A continuación se incluyen los requerimientos para los agregados gruesos y finos para concreto de cemento portland.

- (a) Materiales.** El Contratista puede solicitar la aprobación para la producción de materiales diferentes a los especificados aquí. La solicitud deberá realizarse por escrito y deberá incluir el valor propuesto como objetivo y las tolerancias especificadas para cada tamaño de tamiz que el Contratista se propone producir.
- (b) Agregado grueso.** Los agregados gruesos deberán consistir de partículas duras, durables provenientes de rocas u otro material inerte aprobado. Las partículas no deberán tener materiales adheridos en superficie.
- (c) Sustancias perjudiciales.** Las sustancias perjudiciales no deberán exceder de los siguientes límites:

TABLA 114.04.1 SUSTANCIAS PERJUDICIALES

Ensayo	Método de ensayo	% (en peso)
Piezas livianas	AASHTO T 113	1,0%
Material que pasa el tamiz N° 200 ⁽¹⁾	AASHTO T 11	1,0% ⁽¹⁾
Partículas de madera	-	0,05%

- (1) Para áridos triturados, si el material que pasa el tamiz No. 200 consiste de polvo de roca esencialmente libre de arcilla o esquisto y es no plástico, el porcentaje puede ser incrementado a 1,5%.

Los materiales deberán estar razonablemente libres de otras sustancias deletéreas.

- (d) Durabilidad.** Los agregados gruesos deberán cumplir los siguientes requerimientos de durabilidad.

TABLA 114.04.2 REQUERIMIENTOS DE DURABILIDAD PARA AGREGADOS GRUESOS

Ensayo	Método de ensayo	requerimientos
Abrasión	AASHTO T 96	30,0% máx.
Degradación del agregado al aire	ODOT TM 208 ⁽¹⁾	30,0% máx.
Altura de sedimento	ODOT TM 208 ⁽¹⁾	7,5 cm (3") máx.

- (1) ODOT = Oregon Department of Transportation.

(e) **Agregado para pavimentos de concreto de cemento portland.** Adicionalmente a lo requerido más arriba, deberá cumplir con lo siguiente:

- i. **Caras fracturadas.** Se proveerá agregados con al menos dos caras fracturadas en al menos el 50% de las partículas retenidas en los tamices 3/8", 1/2", 3/4", 1" y 1,5", como se determina en AASHTO TP 61.
- ii. **Piezas elongadas.** Los agregados no tendrán más de 10% en peso de piezas elongadas en el material retenido en el tamiz No. 4 cuando sea ensayado de acuerdo con ODOT TM 229 con el aparato calibrador ajustado a una razón de 5:1.

(f) **Granulometría y separación por tamaños para concreto preesforzado.** El muestreo se realizará de acuerdo con AASHTO T 2 y el análisis de tamices se realizará de acuerdo con AASHTO T 27 y AASHTO T 11. El agregado grueso para concreto de cemento portland deberá cumplir con la granulometría y separación de tamaños a continuación.

- (1) Como se indica en la TABLA 114.04.3, el agregado grueso deberá ser separado en dos tamaños y cada uno deberá ser medido en la amasada en la cantidad determinada por el diseño de mezcla.

Para cada uno de los tamaños máximos de agregado grueso, los tamaños separados serán los indicados en la TABLA 114.04.4.

TABLA 114.04.3 SEPARACIÓN DE AGREGADOS GRUESOS EN DOS TAMAÑOS

Tamaño máximo nominal de agregados	Tamaños separados
1"	1" – No. 4
3/4"	3/4" – No. 4
3/4"	3/4" – 1/2" y 1/2" – No.4
3/4"	3/4" – 3/8" y 3/8" – No.4

La granulometría de cada tamaño separado deberá cumplir con lo siguiente:

TABLA 114.04.4 GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS SEPARADOS PARA CONCRETO PREESFORZADO

Tamaño de tamiz	Tamaños separados					
	1" – No. 4	3/4" – No. 4	3/4" – 1/2"	3/4" – 3/8"	1/2" – No. 4	3/8" – No. 4
Porcentaje que pasa (en peso)						
1,5"	100	-	-	-	-	-
1"	90 – 100	100	100	100	-	-
3/4"	50 – 80	90 – 100	85 – 100	85 – 100	100	100
1/2"	-	-	0 – 15	35 – 65	85 – 100	-
3/8"	15 – 40	20 – 50	-	0 – 15	35 – 65	85 – 100
No. 4	0 – 10	0 – 10	-	-	0 – 15	0 – 15
No. 200	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)

(1) Ver TABLA 114.04.1 (Sustancias perjudiciales).

- (g) **Granulometría y separación por tamaños para otros tipos de concreto.** El muestreo se realizará de acuerdo con AASHTO T 2. El análisis granulométrico se realizará de acuerdo con AASHTO T 27 y AASHTO T 11. Se suministrarán agregados que cumplan con los requerimientos de graduación de las TABLAS 114.04.5 y 114.04.6 para proyectos de concreto estructural con más de 75 m³ de concreto. Se proveerá del equipo y herramientas para realizar el muestreo y los ensayos cuando sean requeridos.

TABLA 114.04.5 GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS SEPARADOS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL

Tamaño de tamiz	Tamaños ⁽¹⁾ combinados 1,5" – No. 4	Tamaños separados 1,5" – 3/4"	Tamaños separados 1" – No. 4	Tamaños separados 3/4" – 1/2"
	Porcentaje que pasa (en peso)			
2"	100	100	-	-
1,5"	95 – 100	90 – 100	100	-
1"	-	20 – 55	95 – 100	100
3/4"	35 – 70	0 – 15	-	85 – 100
1/2"	-	-	25 – 60	0 – 15
3/8"	10 – 30	0 – 5	-	-
No. 4	0 – 5	-	0 – 10	-
No. 8	-	-	0 – 5	-

(1) Para agregado grueso de 1,5" utilizar dos o más tamaños separados que cuando combinados cumplan los límites granulométricos para 1,5" – No. 4.

TABLA 114.04.6 GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS SEPARADOS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL

Tamaño de tamiz	Tamaños ⁽¹⁾ separados 3/4" – 3/8"	Tamaños separados o combinados 3/4" – No. 4	Tamaños separados 1/2" – No. 4	Tamaños separados 3/8" – No. 8
	Porcentaje que pasa (en peso)			
1"	100	100	-	-
3/4"	90 – 100	90 – 100	100	-
1/2"	20 – 55	-	90 – 100	100
3/8"	0 – 15	20 – 55	40 – 70	85 – 100
No. 4	0 – 5	0 – 10	0 – 15	10 – 30
No. 8	-	0 – 5	0 – 5	0 – 10
No. 16	-	-	-	0 – 5

(h) Agregados finos

- i. **Requerimientos Generales.** El agregado fino consistirá de áridos naturales o triturados u otro material inerte consistente en partículas duras, resistentes y durables y deberá conformar una granulometría especial.
- ii. **Fuentes diferentes.** No se mezclarán agregados finos provenientes de diferentes fuentes, ni se acumularán en una sola pila. No deberán utilizarse diferentes arenas en el mismo tipo de mezcla sin aprobación previa del Ingeniero.
- iii. **Sustancias perjudiciales.** La cantidad de sustancias perjudiciales no deberá exceder los siguientes límites:

TABLA 114.04.7 SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN AGREGADOS FINOS

Ensayo	Método de ensayo	% (en peso)
Piezas livianas	AASHTO T 113	2,0%
Material que pasa el tamiz N° 200 ⁽¹⁾	AASHTO T 11	4,0%

(1) Si este material consiste de polvo de roca trirurada, esencialmente libre de arcilla y no plástico, el porcentaje puede ser incrementado a 6,0%.

El material también estará razonablemente libre de otras sustancias nocivas, como esquistos, álcalis, mica, granos recubiertos y partículas suaves.

- iv. **Solidez.** La solidez del agregado fino deberá ser ensayada utilizando sal de sulfato de aluminio de acuerdo con AASHTO T 104. El porcentaje de peso perdido no deberá exceder de 10% en peso.
- v. **Impurezas orgánicas.** Todos los agregados finos deberán cumplir los requerimientos de AASHTO M 6 para impurezas orgánicas.
- vi. **Equivalente de arena.** Los agregados finos serán ensayados de acuerdo con AASHTO T 176 y tendrán un equivalente de arena no menor de 68.
- vii. **Arena para morteros.** La arena para morteros deberá cumplir con los requerimientos de esta especificación.
- viii. **Granulometría.** El muestreo se realizará de acuerdo con AASHTO T 2. El análisis de tamices se realizará de acuerdo con AASHTO T 27 y AASHTO T 11. Se proveerán agregados que cumplan los requerimientos de granulometría de la tabla a continuación cuando se ejecuten proyectos de concreto estructural con volumen superior a 75 m³ y cualquier volumen de concreto preesforzado. Se pondrá a disposición el equipo necesario para el muestreo y ensayos cuando sea requerido.

TABLA 114.04.8 GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS FINOS(1)

Tamiz	Porcentaje que pasa (por peso)
3/8"	100
No. 4	90 – 100
No. 8	70 – 100
No. 16	50 – 85
No. 30	25 – 60
No. 50	5 – 30
No. 100	0 – 10
No. 200	0 – 4 ⁽²⁾

(1) Determine el módulo de fineza de acuerdo con AASHTO T 27 y AASHTO T 11. Mantenga el módulo de fineza del agregado fino dentro del $\pm 0,20$ del valor del módulo de fineza utilizado en el diseño de mezclas del Contratista. Los agregados finos en los que el módulo de fineza varía más del 0,20 del valor de diseño serán rechazados a menos que se realice un ajuste en las proporciones con equipo acorde a lo previsto en ACI 211.

(2) Para arena fabricada, cuando el material que pasa el tamiz No. 200 proviene de la trituración de roca y es no plástico, el límite de la especificación puede ser incrementado a 6%.

114.04.2 (g3) Aditivos de unión (puentes de adherencia)

(a) Aditivos epóxicos de unión (puentes de adherencia epóxicos). Se suministrarán aditivos epóxicos de proveedores registrados por el MOPC y aprobados por el Ingeniero.

(b) Aditivos no epóxicos de unión (puentes de adherencia no epóxicos). Se suministrarán aditivos no epóxicos de proveedores registrados por el MOPC y aprobados por el Ingeniero.

114.04.2 (g4) Cemento Portland

(a) Tipos. Se suministrará alguno de los tipos de cemento a continuación:

- Tipo I.
- Tipo II.
- Tipo III.

No se mezclarán ni utilizarán alternadamente diferentes marcas o tipos de cemento, o la misma marca y tipo de cemento proveniente de diferentes fábricas sin previa aprobación escrita del Ingeniero.

(b) Especificaciones. El cemento portland deberá cumplir con los requerimientos de AASHTO M 85 para cemento bajo en álcalis, a excepción de lo siguiente:

- Los cementos tipo I o III contendrán un máximo de 10% de aluminato tricálcico.
- El tiempo de fraguado será determinado con el ensayo de Gillmore o el ensayo de Vicat.
- La fineza máxima (superficie específica) determinada con el ensayo de permeabilidad al aire será $430 \text{ m}^2/\text{kg}$ para cualquier muestra tomada en el sitio de la obra. Los resultados de ensayos en obra de verificación de la superficie específica no serán promediados.

(c) Aceptación. El cemento portland será suministrado por un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero.

114.04.2 (g5) Cemento Hidráulico Mezclado

El cemento hidráulico mezclado será ya sea de Tipo IP cemento puzolánico, o Tipo I (SM) cemento portland modificado con escoria. Deberá ser conforme con AASHTO M 240 modificado como sigue:

- El cemento constituyente del cemento mezclado deberá conformar lo establecido en el numeral 114.04.2 (g4).
- La puzolana constituyente del cemento mezclado deberá ser de ceniza recuperada de chimenea de alto horno que cumpla lo establecido a continuación.

(a) Ceniza de alto horno

- i. **Tipos.** La ceniza de alto horno deberá ser Clase C, Clase F o Clase N de la lista de proveedores registrados por el MOPC y aceptados por el Ingeniero, y deberá cumplir con AASHTO M 295, incluyendo la Tabla 2, y exceptuando lo siguiente:
 - La pérdida en ignición deberá ser 1,5% como máximo.
 - El contenido de humedad deberá ser de 1% como máximo.
 - La cantidad retenida en el tamiz No. 325 deberá ser 30% como máximo.
- ii. **Aceptación.** La ceniza de alto horno será aceptada para utilización inmediata si se acompaña con un certificado de resultados de ensayos de acuerdo al Método de Materiales no Ensayados en Obra.
 Para la verificación de aceptación del material, una muestra deberá ser extraída en el sitio de trabajo para el ensayo de verificación

(b) Humos de silicio

- i. **Tipos.** El humo de silicio será suministrado como una mezcla que contiene humo de silicio, agua y un alto rango de reductor de agua, o como un polvo densificado. El humo de silicio deberá cumplir con AASHTO M 307, incluyendo la Tabla 1a Requerimientos Químicos Opcionales.
- ii. **Aceptación.** El humo de silicio será aceptada para utilización inmediata si se acompaña con un certificado de resultados de ensayos de acuerdo al Método de Materiales no Ensayados en Obra.
 Si el humo de silicio es suministrado como mezcla, el certificado indicará el contenido de humo de silicio como porcentaje en peso de la mezcla. Si el humo de silicio es suministrado en forma de polvo densificado, no se permitirá que el envase ingrese a la mezcla de concreto.

- (c) Mezcla formulada de látex.** La mezcla formulada de látex deberá ser suministrada por un proveedor registrado en el MOPC y aprobado por el Ingeniero, y será una emulsión en agua de polímero, no tóxica, que forme película, y en la que todos los estabilizadores hayan sido adicionados en fábrica. Será homogénea y de composición uniforme, y cumplirá con los siguientes requerimientos:

TABLA 114.04.9 COMPOSICIÓN DE ESTABILIZADORES

Estabilizadores tipo poliméricos	Estireno butadieno
Látex	(Surfactants) no tóxicos
Composición del cemento portland	Polidimetil (siloxane)
Sólidos, % en peso, mín.	46,0
Densidad en volumen lb/gal, mín.	8,4 a 77°F
pH	9,0 a 11,0
Color	Blanco

Las mezclas de látex que no han sido adecuadamente almacenadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante no serán aceptadas.

- (d) **Escoria granulada de alto horno.** Este material deberá cumplir con los requerimientos de AASHTO M 302.

114.04.2 (g6) Materiales de curado

En esta especificación se incluyen los requerimientos para los compuestos líquidos, reductores de evaporación, películas de polietileno, y mantas de curado utilizadas para cubrir el concreto y otras superficies para retener la humedad y para curado.

- (a) **Compuestos líquidos.** Se suministrará membrana líquida para curado de un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero y que cumpla con los requerimientos de AASHTO M 148, excepto cuando el ensayo se realice de acuerdo con ODOT TM 721 el requerimiento para el tiempo de secado no será exigible. La tasa de aplicación para el ensayo será de 1 galón por 18,5 m².

Todos los compuestos serán Clase A. Los compuestos basados en solvente serán de Tipo 1-D.

- (b) **Películas de polietileno.** Se suministrará película transparente o blanca para curado de concreto, que cumpla con los requerimientos de AASHTO M 171.
- (c) **Mantas de curado.** Las mantas serán suministradas por un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero.
- (d) **Compuestos reductores de la evaporación.** Serán suministrados por un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero.

114.04.2 (g7) Lechada

Se suministrará lechada de un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero.

- (a) **Lechada epóxica.** Se suministrará lechada epóxica de un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero.
- (b) **Lechada no epóxica.** Se suministrará lechada no epóxica de un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero.
- (c) **Lechada para llaves de encastre.** Se suministrará lechada utilizada en las llaves de miembros del concreto preesforzado prefabricado que no encoja, no ferrosa, no epóxica con una resistencia mínima de diseño de 353 kg/cm² (5.000 psi) a los 28 días calendario. Se suministrará lechada para llaves de encastre de un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero, y se utilizará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- (d) **Lechada de cemento portland.** Se suministrará lechada de cemento portland consistente en una parte de cemento portland y tres partes de arena en peso, mezclada a fondo con una cantidad mínima de agua para producir una consistencia densa y cremosa. La arena deberá cumplir con los requerimientos del numeral 114.04.2 (g2) h (Agregados finos, y el cemento deberá cumplir los requerimientos del numeral 114.04.2 (g4) Cemento portland.
- (e) **Lechada para tendones.** Se suministrará lechada para tendones de un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero que cumpla estrictamente estos requerimientos.

114.04.2 (g8) Modificadores

Cumplirán lo establecido en el numeral 114.04.2 (g5) (a), (b), (c) y (d).

114.04.2 (g9) Agua

Este numeral incluye los requerimientos para el agua utilizada en el mezclado de concreto, mortero, lechada y otras aplicaciones cuando sea especificado o instruido.

El agua utilizada en las mezclas o curado del concreto para morteros y lechada, y en el mezclado de base tratada con cemento deberá ser razonablemente limpia, libre de aceites, azúcar, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el producto terminado.

- (a) **Agua potable.** El agua potable puede ser utilizada sin algún ensayo si el Contratista proporciona un certificado de cumplimiento que verifique que el agua cumple con los límites de esta especificación de acuerdo a ensayos realizados dentro de los dos últimos años. El agua aprobada para uso público por el Ministerio de Salud puede ser utilizada sin realizar ensayos.
- (b) **Agua no potable o de calidad desconocida.** El agua no potable o de calidad sospechosa deberá ser sometida a ensayos sin costo adicional para el Contratante de acuerdo con AASHTO T 26 antes de utilizarse en el proyecto, y deberá cumplir con los siguientes límites:

TABLA 114.04.10 LÍMITES PARA EL AGUA PARA MEZCLAS

Descripción	mínimo	Máximo
pH	6,0	8,0
ión cloro, %	-	0,15
ión sulfato, %	-	0,50
Total sólidos disueltos, ppm	-	6.500
Total sólidos suspendidos, ppm	-	2.000

Si cualquiera de los datos de ensayo está fuera de estos límites, el agua puede ser aceptada sobre la base de una evaluación de la reducción de la resistencia a los 7 días, que no deberá exceder de 10,0%. En ambientes marinos el porcentaje de ión cloro se deberá limitar a un valor máximo de 0,10%.

- (c) **Agua reciclada para mezcla.** El agua proveniente de operaciones de lavado puede ser utilizada para mezclas de concreto siempre que esté:
- Dentro de los límites de ASTM C 94, Tabla 1. Criterios de aceptación para agua procedente de fuentes observables, y ASTM C 94, Tabla 2. Limitaciones químicas para agua de lavado. Adicionalmente, el peso específico máximo se limitará a 1,03.
 - Será ensayada en intervalos semanales por un período de 4 semanas como mínimo antes de su uso en el proyecto. La frecuencia de los ensayos puede ser reducida a períodos mensuales después que cada ensayo realizado no exceda los límites establecidos más arriba. Los ensayos requeridos incluyen ensayos físicos establecidos en la Tabla 1 de ASTM C 94, los ensayos químicos de la Tabla 2 de ASTM C 94 y los ensayos de peso específico. Los ensayos serán realizados sin costo adicional para el Contratante. Los resultados de los ensayos serán sometidos al Ingeniero antes del uso del agua en el proyecto.

- Fabricada de un proceso de dilución antes que un proceso de concentración (un proceso de dilución es aquel en el que el agua es diluida extensivamente y agitada continuamente para mantener los sólidos en un estado de suspensión).
- Libre de agentes colorantes.
- No se utiliza si la temperatura ambiente es de 29,5°C o mayor.
- No se utiliza si la temperatura ambiente de 4,5°C o menor.
- No se utiliza en estructuras cubiertas.

114.04.2 (g10) Proporciones

Se suministrarán por escrito al Ingeniero las proporciones en peso de los siguientes materiales antes que sean utilizados en cualquier concreto comercial de grado específico.

- Mezclas incorporadoras de aire.
- Cemento.
- Cada tamaño de agregados.
- Ceniza de alto horno.
- Otros aditivos.
- Agua.

114.04.2 (g11) Propiedades del concreto comercial de grado específico

Se suministrará una mezcla trabajable de concreto comercial de grado específico que sea uniforme en composición y consistencia, y deberá tener las siguientes características:

- **Aire ocluido.** 4,0% a 7,0%.
- **Asentamiento (slump).** 12,5 cm o menor.
- **Resistencia a la compresión.** Mínimo 210 kg/cm² (3.000 psi) a los 28 días.
- **Temperatura.** 10°C mínimo a 32°C máximo.

114.04.2 (g12) Concreto mezclado en la obra

El concreto comercial de grado específico puede ser mezclado para los trabajos listados a continuación:

TABLA 114.04.11 TRABAJOS QUE PUEDEN SER EJECUTADOS CON CONCRETO COMERCIAL DE GRADO ESPECÍFICO MEZCLADO EN LA OBRA

Trabajo
Relleno para conductos eléctricos
Fundaciones de postes de vallas
Anclajes de barandas
Bloques de (trust) de sistemas de irrigación
Fundaciones de soportes de buzones de correo
Bloques de protección de salidas
Fundaciones de soportes de tubos cuadrados de señalización

114.04.2 (g13) Muestreos y ensayos de aceptación

- (a) **Generalidades.** Los muestreos y ensayos de aceptación se basarán en muestras obtenidas en el sitio de la obra de la descarga del vehículo de entrega. Todo el muestreo y ensayos deben ser realizados por un técnico calificado de control de calidad.
El concreto comercial de grado específico puede ser aceptado visualmente para los ítems de trabajo consignados en la Tabla 114.04.11.
- (b) **Boletas de entrega.** Cada carga de concreto comercial de grado específico será enviada con una boleta de entrega para registrar el origen, día, tiempo de mezclado, tamaño de la carga, y calidad de los constituyentes individuales de la carga. No se requerirá boleta de entrega para el concreto mezclado en el sitio de la obra.
- (c) **Concreto comercial de grado específico plástico.** La aceptación de concreto comercial de grado específico plástico se basará en los ensayos realizados por un técnico calificado de control de calidad, de acuerdo con las características mostradas en el numeral 114.04.2 (g11).
- (d) **Concreto comercial de grado específico endurecido.** La aceptación de concreto comercial de grado específico endurecido se realizará de acuerdo con el numeral 114.04.2 (g11). Se vaciará un juego de cilindros por cada 15 m³, con un máximo de un juego por día.

114.04.2 (g14) Control de calidad

El control de calidad se realizará de acuerdo con la normativa vigente expuesta para HORMIGONES de las Especificaciones Técnicas para Construcción de las Normas Paraguayas.

114.04.2 (g15) Personal de control de calidad

Los técnicos encargados del control de calidad deberán ser técnicos calificados con certificación reconocida.

114.04.2 (g16) Construcción

- (a) **Generalidades.**
- i. **Mezclado.** El concreto comercial de grado específico será mezclado el tiempo necesario para asegurar la distribución uniforme de los materiales en la mezcla.
 - ii. **Colocación.** El concreto comercial de grado específico se colocará de acuerdo con las estipulaciones aplicables y como se indica a continuación:
 - Se colocará utilizando las mejores prácticas usualmente aceptadas para evitar la segregación.
 - Se vibrará y nivelará para lograr un concreto denso y homogéneo, libre de vacíos y bolsas de piedras.
 - Se colocará en obra dentro de los 90 minutos después del mezclado.
 - iii. **Encofrados.** Se suministrarán encofrados para el concreto comercial de grado específico de acuerdo a los especificado en las dimensiones que correspondan donde se necesite, aplicando las mejores prácticas usuales. Se colocará en los niveles y pendientes que se muestran en los planos de diseño o como sea instruido por el Ingeniero.
 - iv. **Clima.** No se vaciará el concreto cuando la temperatura del aire esté debajo de 1,7°C sin aprobación del Ingeniero. El concreto fresco se protegerá del congelamiento si se espera que la temperatura del aire caiga por debajo de 1,7°C durante los primeros 5 días calendario después de la colocación.

- v. **Curado.** El concreto será curado con arpillera húmeda, lienzo, arena u otro material aceptable, y se mantendrá húmedo por un mínimo de 7 días calendario. Los compuestos de curado pueden ser utilizados excepto en superficies de concreto o refuerzos de acero que quedará en contacto con los derrames del concreto adyacente. Se utilizarán compuestos de curado de acuerdo a lo siguiente:

TABLA 114.04.12 USO DE COMPUESTOS DE CURADO

Item	Tipo 1 ó 1D (transparente)	Tipo 2 (con pigmento blanco)
Bordillos de drenaje	*	*
Bordillos de pendiente de pavimento y pavimentos de berma	Sí	No
Aceras, rampas, rampas peatonales, cobertura de superficies, pasillos, bordillos e islas	*	*
" Use el Tipo 2 excepto cuando el Ingeniero requiere Tipo 1 ó 1D		

Los compuestos de curado se utilizarán a una tasa de no menor a 1 galón por cada 14 m².

- (b) **Terminado general de superficie.** Se dará al concreto una terminación de superficies de acuerdo a lo siguiente, además de la terminación especificada para un ítem particular de trabajo.

(c)

Se dará a todas las superficies de concreto un acabado general de superficie antes de ejecutar un acabado de clase superior especificado para un ítem particular de trabajo. Un acabado general de superficie consiste de lo siguiente:

i. **En todas las superficies:**

- Se removerán los pernos de encofrados y pedazos de metal hasta una profundidad de 2,5 cm (1"). En el caso de obras ubicadas cerca a la costa marítima hasta una distancia de 40 km de la costa, la remoción de pernos de encofrados y pedazos de metal se realizará hasta una profundidad de 5cm (2").
- Se removerán las bolsas de piedras y el concreto débil.
- Los huecos y depresiones serán rellenados en una profundidad mínima o diámetro de 12 mm (1/2") con un material de parchado aprobado.

ii. **En todas las superficies expuestas:**

- Se corregirán las protuberancias, rebabas, depresiones, manchas, decoloraciones y otras imperfecciones.
- Si es requerido, se inclinarán las superficies formadas con relación a lo especificado en los planos en tasas que no excedan las siguientes cantidades por cada 3,0 m:
 - Juntas de estanqueidad: 3,0 mm (1/8").
 - Otras superficies expuestas: 38,0 mm (1,5").
 - Superficies ocultas: 25,0 mm (1").
 - Superficies expuestas sin pendiente, diferentes a pavimentos y aceras, con relación a un plano especificado, no deberán exceder de los siguientes límites, si es requerido:
 - En 3,0 m: 6 mm (1/4").
 - En 6,0 m: 10 mm (3/8").

El Ingeniero determinará la extensión de las reparaciones requeridas.

- (d) Reemplazo o reducción de precio.** Se removerá el concreto representado por cilindros de ensayo que no lleguen a la resistencia mínima requerida y será reemplazado sin costo adicional para el Contratante. Si el Ingeniero determina que el concreto de resistencia baja es adecuado para el propósito específico, el Contratista puede aceptar una reducción de precio establecida por el Ingeniero en lugar de la remoción y reemplazo del concreto.

114.04.2 (g17) Medición

No se realizarán mediciones de cantidades para el concreto comercial de grado específico.

114.04.2 (g18) Pago

No se hará ningún pago por separado o adicional para el concreto comercial de grado específico. El pago de este trabajo estará incluido dentro de los ítems de trabajo donde el mismo sea requerido.

114.04.2 (g19) Material para recubrir el concreto

Deberá conformar los siguientes requerimientos para pinturas de emulsión de látex específicas para el curado de concreto fresco.

- (a) Fabricación.** El material suministrado deberá cumplir con los siguientes requerimientos:
- Ser preparado en fábrica listo para su aplicación o para el mezclado en obra de múltiples componentes. Los materiales con varios componentes para mezclar deberán ser suministrados por el fabricante con cada componente en su proporción correcta y en envases separados listos para su mezclado en campo.
 - Ser homogéneo, libre de contaminantes, y de una consistencia adecuada para el uso específico.
 - Incluir aditivos para el control de asentamiento, asentamiento de pigmento, nivelación, secado y absorción más seco, peladuras o cualquier otra propiedad que afecte la aplicación y el curado.
 - No requerir un pre tratamiento químico o material previo a la aplicación de la capa de imprimación excepto cuando así este estipulado específicamente en estas especificaciones.
 - Incluir los tintes y colores requeridos a tiempo de su fabricación. Cuando se especifique la aplicación de capas sucesivas, cada capa deberá ser teñida para proporcionar un contraste entre capas. El material de teñido deberá ser compatible con el material de recubrimiento y no deberá ser perjudicial para su rendimiento.
 - No variar en composición sin aviso previo del fabricante y aprobación del Ingeniero.
- No se permitirán cambios en la fórmula.

Todas las capas en el sistema de protección provendrán del mismo fabricante.

Se aplicarán los materiales de protección antes de la fecha de expiración recomendada por el fabricante.

- (b) Envasado.** Los materiales deberán ser envasados de acuerdo a los siguientes requerimientos:
- Ser de plástico o acero, totalmente nuevos y con capacidad no mayor a 6 galones.
 - Tener una tapa con agarradera para jalar con un aro de sello, y deberá estar equipado con orejas y agarradera.
 - Cumplir con las Regulaciones para el Transporte de Materiales Peligrosos del MOPC, si existen, en caso alterno se recomienda utilizar las Regulaciones para el Transporte de Materiales Peligrosos del Departamento de Transportes de Estados Unidos.

- Estar protegido si es necesario, para prevenir ataques del material de recubrimientos. El protector no deberá sobresalir del contenedor.
- Ser original y nunca abierto.
- Estar etiquetado con un certificado de cumplimiento de calidad que muestre lo siguiente:
 - Nombre del fabricante.
 - Título exacto del material de recubrimiento.
 - Número de especificación de la agencia, si existe alguna.
 - Número de lote de fabricación.
 - Fecha de fabricación.
 - Fecha de expiración.
 - Identificación de todas las sustancias tóxicas.
 - Precauciones de manipuleo y aplicación.

114.04.2 (g20) Refuerzos de barras de acero corrugadas

A menos que sea especificado de otra manera o mostrado en los planos de diseño, todas las barras de refuerzo de acero deberán ser Grado 420 (Grado 60) y deberán conformar los requerimientos de ASTM A 706 ó AASHTO.

114.04.2 (g21) Lechadas de cemento portland

El material consistirá en una parte de cemento portland y tres partes de arena en peso, mezclada a fondo con una cantidad mínima de agua para producir una consistencia cremosa y densa. La arena deberá conformar los requerimientos establecidos para Agregados Finos de la presente especificación técnica.

114.04.2 (g22) Relleno preformado de juntas

El material preformado de relleno para juntas deberá ser suministrado por un proveedor registrado por el MOPC y aprobado por el Ingeniero, y cumplirá con lo establecido en AASHTO M 153 ó AASHTO M 213.

Los rellenos que cumplan con AASHTO M 213, excepto el binder, si son diferentes a un material bituminoso, podrán ser utilizados si cumplen con lo establecido en la presente especificación y se haya demostrado que son resistentes a corromperse y son a prueba de insectos dañinos por un período de al menos 5 años. A menos que sea especificado de otra manera o instruido por el Ingeniero, el Contratista podrá suministrar cualquier tipo establecido en esta especificación.

- **Otros materiales.** Cualquier modificación del concreto, áridos finos, áridos gruesos, ferretería, barras de enlace, conectores de perfil C y otros, serán objeto de una Especificación Técnica Especial a ser redactada por el Ingeniero.
- **Identificación.** Se colocará un código de identificación de forma permanente (con plantilla troquelada) en la cara superior o en la cara vertical más baja de cada barrera de concreto, código que identificará al fabricante de la barrera, la fecha de fabricación y el número pieza. Las piezas de barreras que no porten un código de identificación no serán aceptadas.

114.04.2 (g23) Reutilización de barreras de concreto

Barreras usadas de concreto prefabricado pueden ser utilizadas en instalaciones permanentes de acuerdo a lo siguiente:

- (a) **Barreras nuevas utilizadas para aplicaciones temporales.** Las barreras de concreto premoldeado utilizadas en aplicaciones temporales en el proyecto pueden ser reutilizadas en instalaciones permanentes si es que cumplen lo siguiente:
 - Están en buenas condiciones, sin roturas visibles, virutas o astillas.
 - Presentan una superficie de textura uniforme y buena apariencia.
 - Están exentas de marcas, excepto lo indicado en 114.02 (g) (Identificación).
 - Tienen aplicadas dos capas de protección de un material con base de agua que cumpla los requerimientos de 114.04.2 (g) (Material para recubrir el concreto) después de su instalación en su posición final.
- (b) **Barreras utilizadas en proyectos anteriores.** Las barreras de concreto prefabricado utilizadas en anteriores proyectos pueden ser utilizadas en instalaciones permanentes con la condición que cumplan los requerimientos de este numeral y, antes de enviarlas al proyecto:
 - El Contratista suministra la documentación necesaria de procedencia y calidad, que será aprobada por el Ingeniero antes de autorizar su ingreso a la obra.
 - Las barreras han sido restauradas a una condición “como nueva”, sin roturas visibles, virutas, astillas o bucles corroídos.
 - Las barreras presentan una superficie de textura y apariencia uniforme.
 - Las barreras están libres de marcas, excepto lo establecido en 114.02 (g) (Identificación).
 - Tienen aplicadas dos capas de protección de un material con base de agua que cumpla los requerimientos de 114.04.2 (g) (Material para recubrir el concreto) después de su instalación en su posición final.
- (c) **Reparación de daños.** Si cualquier segmento de una barrera de concreto es dañado por el Contratista durante o después de su instalación, será inmediatamente reparado a satisfacción del Ingeniero o reemplazado con una sección no dañada, a costo y responsabilidad del Contratista.
- (d) **Control de calidad.** El control de calidad se realizará de acuerdo con lo establecido en las Condiciones Generales del Contrato de Construcción.

114.04.2 (h) Atenuadores de impacto (atenuadores de energía)

114.04.2 (h1) Descripción

- (a) **Alcance.** Este trabajo consiste en el suministro e instalación de atenuadores de impacto, conocidos también como atenuadores de energía para instalaciones permanentes.
- (b) **Referencias requeridas.** Si la ubicación o el método de instalación de los atenuadores de impacto son diferentes a las recomendaciones del fabricante, se deberá proporcionar planos de taller, inclusive para los componentes de concreto.

114.04.2 (h2) Materiales

Se suministrarán atenuadores de impacto de proveedores registrados por el MOPC y aprobados por el Ingeniero de acuerdo a la presente especificación.

Se permiten los siguientes tipos de atenuadores de impacto:

Tipo A: Dispositivo bloqueador, ensayo nivel 3; sólo para uso en banquina, angosto, mantenimiento regular.

Tipo B: Dispositivo bloqueador, ensayo nivel 3; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; angosto, mantenimiento regular.

Tipo C: Dispositivo no bloqueador, ensayo nivel 2; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; angosto; mantenimiento regular.

Tipo D: Dispositivo no bloqueador; ensayo nivel 2; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; ancho; mantenimiento regular.

Tipo E: Dispositivo no bloqueador; ensayo nivel 3; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; estrecho; mantenimiento regular.

Tipo F: Dispositivo no bloqueador; ensayo nivel 3; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; ancho; mantenimiento regular.

Tipo G: Dispositivo no bloqueador; ensayo nivel 2; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; estrecho; bajo mantenimiento.

Tipo H: Dispositivo no bloqueador; ensayo nivel 2; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; ancho; bajo mantenimiento.

Tipo J: Dispositivo no bloqueador; ensayo nivel 3; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; estrecho; bajo mantenimiento.

Tipo K: Dispositivo no bloqueador; ensayo nivel 3; para banquina, bifurcaciones y uso en separador central; ancho; bajo mantenimiento.

El concreto deberá cumplir con los requerimientos del fabricante, y cuando el fabricante no hace alguna recomendación, el concreto deberá cumplir con lo establecido en el numeral 114.04.2 (g1) (Refuerzos de barras de acero corrugadas).

El acero de refuerzo deberá cumplir con lo establecido en el numeral 114.04.2 (g) (Concreto comercial de resistencia específica).

Toda la ferretería, resina epóxica y misceláneos deberán cumplir con las recomendaciones del fabricante.

114.04.3 EQUIPOS

Se deberá disponer del equipo necesario para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados, incluyendo herramientas como barras de acero, picos, palas, llaves fijas o de expansión y pisones manuales.

114.04.3 (a) Barreras de cable

114.04.3 (a1) Aparato de medición de tensión

Se medirá la tensión con un aparato de medición suministrado por el fabricante. A la terminación del proyecto, el aparato de medición pasará a propiedad del Contratante sin costo adicional.

114.04.3 (a2) Representante del fabricante

Si el fabricante requiere tener un representante en el sitio de la obra durante la instalación, el suministro de tal representante será por cuenta y responsabilidad del Contratista, sin costo adicional para el Contratante.

114.04.3 (b) Barreras de concreto

114.04.3 (b1) Personal de control de calidad

El Contratista deberá incluir personal técnico calificado de control de calidad, mismo que deberá ser aprobado por el Ingeniero.

114.04.4 EJECUCIÓN

114.04.4 (a) Barreras de cable

Las barreras de cable serán instaladas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante en los sitios establecidos en el diseño. Los anclajes y traslapes de cables mostrados en los planos de diseño son aproximados. Los anclajes y traslapes de cables se instalarán de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Se mantendrá un (log) de tensión que será entregado al Ingeniero una vez terminada la instalación de la barrera. El (log) registro de tensión deberá incluir la ubicación, fecha, hora, temperatura ambiente y las lecturas finales de tensión, y deberá estar firmado por la persona responsable de las lecturas de tensión. Junto con el registro de tensión se suministrará una copia de la gráfica de tensiones recomendadas por el fabricante.

Todas las verificaciones de tensión o ajustes requeridos por el fabricante deberán ser realizados dentro de los 30 días después de la instalación.

114.04.4 (a1) Terminales de barreras de cable

Los terminales serán instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante en los sitios indicados y como lo indique el fabricante del cable de barrera para cumplir con sus requerimientos mínimos. Se deberá asegurar que existe compatibilidad entre los terminales y el sistema de barrera de cable instalado.

114.04.4 (a2) Colocación

Los anclajes de concreto y fundaciones y los correspondientes rellenos serán ejecutados al menos dos semanas antes del tensionado de los cables. Los anclajes de concreto se ubicarán en las excavaciones tal como se muestra en los planos. La parte inferior de los anclajes será ejecutada de forma que tenga el máximo apoyo en la superficie debajo del mismo.

La excavación y el relleno serán ejecutados de acuerdo a lo indicado en los planos de diseño y a lo establecido en la presente especificación para fundaciones de barreras de vigas metálicas.

114.04.4 (b) Barreras de vigas metálicas

114.04.4 (b1) Organización y coordinación del trabajo

El Contratista establecerá las fechas de construcción y la coordinación necesarias para mantener en un mínimo las interferencias con la construcción de capa base, imprimación y pavimento.

Todas la barandas de barreras laterales y de separador central (nuevas y reutilizadas), se colocarán en su sitio en corridas continuas.

No se dejarán postes de barreras laterales y de separador central expuestos al tráfico por más de 24 horas antes de instalar las vigas de las barandas, las piezas de extremo y anclajes, y ajustar los pernos, a excepción de barandas de reemplazo que serán instaladas de acuerdo a lo establecido a continuación.

(a) Baranda lateral, baranda de separador central y barrera de concreto. En aquellas áreas donde la baranda lateral, la baranda de separador central o la barrera de concreto deben ser reemplazadas para sustituirlas con una barrera nueva o reutilizada, se ejecutará de acuerdo a lo siguiente:

- Instalar las unidades nuevas o reutilizadas dentro del mismo turno de trabajo cuando se retiró la unidad.
- Proteger el área con barreras temporales de concreto premoldeado con un tratamiento de extremos satisfactorio para el Ingeniero, hasta que la nueva unidad (nueva o reutilizada) sea instalada.

114.04.4 (b2) Excavación y relleno

Sometido a lo establecido en 114.04.4 (b3), se excavará hasta las líneas, pendientes y profundidades mostradas en los planos de diseño o indicados por el Ingeniero. Se realizarán los cortes en el pavimento con medios mecánicos, como ser cortadores de cuchillas o perforadores rotativos. Se realizarán los cortes debajo del pavimento con taladro u otros medios que eviten alteración indebida de las áreas colindantes. Se evitará dañar bases y pavimentos existentes. Se repararán o reemplazarán, como sea indicado, todos los materiales que resulten dañados, sin costo adicional para el Contratante. Se retirará el agua y materiales inapropiados que podrían afectar la estabilidad del relleno en aquellos lugares que deban ser rellenados. En áreas ocupadas por agregados, materiales bituminosos y pavimentos, el relleno se ejecutará con materiales en los mismos espesores y densidad que los materiales adyacentes. En otras áreas, se rellenará con material granular cumpliendo con los siguientes requerimientos.

(a) Relleno de material granular seleccionado. Consistirá de arena durable, grava o una combinación de ambas, seleccionada como sea indicado de sitios de excavación específicos, y no contendrá partículas de dimensiones mayores a 7,5 cm (3"), o cualquier otro material inadecuado. Se podrá utilizar vidrio reciclado como sustituto para el relleno granular seleccionado.

El relleno se colocará en capas que no excedan 15 cm (6") de espesor y se compactará cada capa hasta una condición firme y densa.

Las áreas adyacentes que queden afectadas o alteradas durante la excavación y el relleno, serán removidas, reemplazadas, reparadas o restauradas, como sea indicado por el Ingeniero sin costo adicional para el Contratante. El exceso de materiales será dispuesto fuera de los límites de la obra de acuerdo con las regulaciones ambientales vigentes y a una distancia mínima de 100 m de cualquier curso de agua.

114.04.4 (b3) Instalación de postes y anclajes

Los postes y anclajes se instalarán como indicado en los planos de diseño o como lo indique el Ingeniero. Si así se instruye, se instalarán postes de 2,45 m (8 pies). Se colocarán los postes en agujeros excavados o se hincarán en terreno. Si los postes son hincados a través de material de base, capa de superficie o pavimento, se repararán todos los daños como lo indique el Ingeniero.

Los postes y anclajes dañados durante la instalación serán removidos y reemplazados con otros elementos sólidos como indique el Ingeniero. Los postes y anclajes serán firmemente instalados en las líneas, pendientes y espaciamientos establecidos en los planos de diseño con una tolerancia de 12 mm (1/2"). Los anclajes, terminales y conexiones serán rígidamente adosados a otras estructuras tal como se muestra en los planos de diseño.

Cuando se requieran postes sobre alcantarillas cajón, pasos de ganado, pasos para equipos u otras estructuras de concreto, se colocarán placas de base o anclajes de placa de concreto como se muestra en los planos de diseño o lo indique el Ingeniero.

114.04.4 (b4) Instalación de barandas y otros componentes

Normalmente, todos los procesos de fabricación para piezas de barandas metálicas serán realizados en la fábrica o en el taller. Se limitarán a un mínimo los procesos de cortado y perforación en sitio, y si se hacen se ejecutarán de tal forma que no afecte la apariencia o calidad estructural del material. No se permitirá la realización de perforaciones con soplete o arco eléctrico.

Todas las superficies, terminados y protecciones dañados antes o durante la instalación serán restauradas a la condición que sea especificada. La reparación de extremos cortados de pernos galvanizados, elementos de barreras y placas de respaldo, y de cualquier agujero perforados o punzados después del galvanizado de acuerdo con ASTM A 780. El contenido mínimo de zinc para el Método A2 es 94% en película seca.

Los bloques de pie serán fijados a los postes con dos clavos de cabeza plana para evitar la rotación.

Todos los pernos se ajustarán firmemente. Los pernos deberán tener la longitud suficiente para que puedan sobresalir ligeramente en la tuerca.

114.04.4 (b5) Barandas pintadas

Los proyectos que requieran la remoción y desmantelado de barandas metálicas pintadas requerirán de protección para el medio ambiente y se establecerán medidas de seguridad para los trabajadores. Si una barrera pintada es reutilizada en cualquier aplicación, deberá cumplir con las regulaciones ambientales y de OSHA vigentes en lo que se refiere a la remoción de la pintura.

114.04.4 (c) Barreras de concreto

Las barreras de concreto vaciado en sitio serán construidas utilizando encofrados fijos, a menos que sea establecido de otra manera. Se utilizará el mismo diseño de barrera en cualquier tramos de la misma.

114.04.4 (c1) Línea y pendiente

Las secciones de barreras prefabricadas serán colocadas encima de la superficie del pavimento. Las superficies de pavimento construidas como parte de este proyecto tendrán la suavidad requerida antes de colocar la barrera. Si se requiere trabajo correctivo para superficies existentes para recibir las barreras de concreto, el trabajo de corrección será pagado por separado como un trabajo extraordinario.

Las secciones de barreras serán colocadas de tal manera que las juntas tengan un retiro no mayor a 3 mm (1/4") transversalmente y no más de 12 mm (1/2") verticalmente.

El tope y cara de la barrera serán construidos rectos y (true). La superficie del tope de las barreras deberá tener un ancho uniforme y libre de jorobas, huecos u otras irregularidades. Cuando un borde recto de 3,65 m (12 pies) cae en la cara superior de la barrera, la superficie no deberá variar más de 3 mm (1/4") desde el borde recto, excepto en un cambio de pendiente o en curvas. Para compensar las variaciones en la pendiente de una carretera y en la pendiente de la sección transversal, se ajustará la barrera sin costo adicional para el Contratante.

114.04.4 (c2) Construcción del concreto

Las barreras de concreto serán construidas de acuerdo a lo establecido en los numerales 114.04.2 (g1) a 114.04.2 (g19) en lo que corresponda, a excepción de lo que específicamente se establezca en 114.04.04 (c).

114.04.4 (c3) Curado

(a) Barreras vaciadas en sitio. El curado de las superficies del concreto vaciado en sitio se realizará con uno de los siguientes métodos:

- i. **Curado con agua.** El concreto será cubierto con arpillera, lienzo u otro material satisfactorio y se mantendrá húmedo por al menos 7 días calendario.
- ii. **Curado con pintura látex.** Si es aprobado, la barrera podrá ser curada con pintura látex, utilizando el siguiente procedimiento:
 - Se utilizará pintura látex suministrada por un proveedor aprobado.
 - La primera capa será aplicada a una tasa de 14,0 m² por galón.
 - La segunda capa será aplicada a la misma tasa que la anterior, con dirección de aplicación transversal a la dirección de aplicación de la primera capa.

Se considerará que las barreras curadas de esta forma cumplen con los requerimientos de terminación de superficie establecidos en el numeral 114.04.4 (c5), excepto que sean necesarias capas adicionales para proporcionar apariencia y cobertura uniforme para corregir el daño en la construcción.

(b) Barreras prefabricadas. El curado de superficies de concreto prefabricado se realizará por uno de los siguientes métodos:

- i. **Curado con agua.** El concreto será cubierto con arpillera, lienzo u otro material satisfactorio y se mantendrá húmedo por al menos 7 días calendario.

- i. **Curado con vapor.** El curado con vapor puede sustituir al curado con agua cuando se dispone de una adecuada construcción de cerramiento y de producción de vapor para minimizar la pérdida de calor y humedad. El vapor deberá estar a una humedad relativa de 100% para evitar la pérdida de humedad y para proporcionar el necesario exceso de humedad para la adecuada hidratación del cemento. No se aplicará el vapor de forma directa sobre las superficies del concreto.

El equipo productor de vapor será equipado al cerramiento con una válvula motorizada para el control del vapor con un sensor de temperatura que mida la temperatura dentro del cerramiento. El vapor será distribuido dentro del cerramiento a través de boquillas adecuadas ubicadas en cada lado del cerramiento a no más de 10 m del eje central o más cerca si es necesario, para mantener las unidades que están siendo curadas completa y uniformemente rodeadas de vapor.

El cerramiento será equipado con un termómetro registrador de 24 horas, y la temperatura será registrada en una gráfica cada período de 24 horas.

El vapor será aplicado después del endurecimiento inicial del concreto, como se establece en ASTM C 403. El curado del concreto continuará hasta que el concreto de la barrera tenga una resistencia mínima de 140 kg/cm^2 , como sea determinado por los cilindros de prueba del Contratista o de la forma que sea aprobado.

114.04.4 (c4) Juntas para barreras de concreto vaciado en sitio

- (a) **Juntas de construcción.** Las juntas de construcción serán ubicadas en el sitio de una junta de expansión o contracción. Si la instalación de la barrera es terminada en un sitio correspondiente a una junta de contracción, en ese sitio se construirá una junta de expansión antes de proceder con la colocación de la barrera tal como está mostrado en los planos de diseño.
- (b) **Juntas de contracción.** Las juntas de contracción serán (score) o cortadas antes del endurecimiento inicial del concreto en el ancho y hasta la profundidad indicada en los planos.
- (c) **Juntas de expansión.** Las juntas de expansión serán rellenadas con un relleno preformado de juntas. El relleno será colocado en su posición correcta en un lado de la junta antes de colocar concreto en el otro lado.

114.04.4 (c5) Terminación de superficies

Después de retirar los encofrados y mientras el concreto todavía está suave, se removerán todas las rebabas y marcas del encofrado, se repararán las bolsas de piedras y agujeros de diámetro 9,5 mm o mayor con lechada de cemento portland conforme a lo establecido en 114.04.2 (g16) (b). Se evitará que la lechada se seque prematuramente.

Puede requerirse un trabajo adicional de terminación de superficie para barreras de concreto premoldeado en su posición final para que presenten una apariencia y textura uniforme.

El tope y lados de todas las barreras permanentes serán cubiertos con un mínimo de 2 capas de pintura látex de un proveedor aprobado. Se aplicarán capas adicionales si es necesario para proporcionar una cobertura de uniforme y de buena apariencia. Las superficies a ser cubiertas serán previamente saturadas a fondo con agua. Se aplicará la capa mientras la superficie está húmeda. La

segunda capa puede ser aplicada cuando la capa anterior ya no se pegue a los dedos cuando se toca ligeramente.

114.04.4 (c6) Reemplazo o reducción de precio

Se procederá a la remoción o reemplazo de barreras representadas por cilindros de prueba que no lleguen a la resistencia mínima, sin costo adicional para el Contratante. Si el Ingeniero determina que una barrera de resistencia baja es adecuada para el propósito específico, la barrera puede ser aceptada de acuerdo a lo establecido en 114.04.2 (g16) (c).

14.04.4 (c7) Inspección

La fabricación de barreras fuera de una jurisdicción departamental del Paraguay general costos adicionales al MOPC. En este caso, los pagos por las barreras serán reducidos de acuerdo a lo que establezca el Ingeniero en una especificación técnica especial redactada para tal fin, aceptada por el Contratista y aprobada por el Contratante.

114.04.4 (d) Atenuadores de impacto (atenuadores de energía)

La construcción y terminación de superficies de concreto será ejecutada de acuerdo a lo establecido en el numeral 114.04.4 (c), en lo que corresponda.

La preparación de superficies, mezclado y colocación de lechada epóxica en la construcción de paneles será ejecutada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

El ensamblado e instalación de sistemas atenuadores de impacto se realizará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de acuerdo a los planos de taller correspondientes.

114.04.5 CONTROL POR EL INGENIERO

114.04.5 (a) Barreras de cable

Durante la ejecución de los trabajos el Ingeniero adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que la defensa se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la barrera.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

El Ingeniero verificará la correcta ejecución de las barreras de cable y aplicará los criterios de aceptación recomendados por el fabricante y lo establecido en los numerales 114.04.2, 114.04.3 y 114.04.4 de esta especificación.

114.04.5 (b) Barreras metálicas

Durante la ejecución de los trabajos el Ingeniero adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.

- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que la defensa se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

El Ingeniero verificará la correcta ejecución de las barreras de de perfiles metálicos y aplicará los criterios de aceptación recomendados por el fabricante y lo establecido en los numerales 114.04.2. 114.04.3 y 114.04.4 de esta especificación.

114.04.5 (c) Barreras de concreto

Durante la ejecución de los trabajos el Ingeniero adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que la defensa se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la misma, cuando se trata de barreras prefabricadas.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

El Ingeniero verificará la correcta ejecución de las barreras de concreto y aplicará los criterios de aceptación recomendados por el fabricante y lo establecido en los numerales 114.04.2. 114.04.3 y 114.04.4 de esta especificación.

114.04.5 (d) Atenuadores de impacto (atenuadores de energía)

Durante la ejecución de los trabajos el Ingeniero adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que los atenuadores se instalen de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

El Ingeniero verificará la correcta ejecución de los atenuadores de impacto y aplicará los criterios de aceptación recomendados por el fabricante y lo establecido en los numerales 114.04.2. 114.04.3 y 114.04.4 de esta especificación.

114.04.6 MEDICIÓN

114.04.6 (a) Barreras de cable

Las cantidades de barrera de cable serán medidas sobre la base de la longitud medida entre centros de los postes de los extremos a lo largo de la línea y pendiente de cada corrida separada. La medición se realizará a través de los extremos de terminales y conexiones de barandas.

Las cantidades de terminales de barreras de cable y conexiones de la baranda de la barrera serán medidas sobre la base de piezas individuales.

114.04.6 (b) Barreras de perfiles metálicos

Las cantidades de barreras de perfiles metálicos construidos bajo esta especificación se medirán de acuerdo a lo siguiente:

(a) **Longitud.** La medición basada en la longitud se realizará por alguno de los métodos siguientes:

- i. **Método de conteo.** Se contará el número de secciones estándar y se multiplicará por 3,81 m. Para los propósitos de esta especificación, una “sección estándar” se define como 3,81 m de barrera lateral o de separador central completa, sin importar el número de postes o perfiles metálicos utilizados.
Las secciones no estándar serán medidas entre centros de postes, y se adicionarán a la longitud total de las secciones estándar para cada corrida.
- ii. **Método de longitud.** La medición se realizará entre centros de los postes de los extremos o como se instruya, a lo largo de las líneas y pendientes de las corridas de cada tipo.
- iii. **Unidad.** La medición se realizará en la unidad vigente.

114.04.6 (c) Barreras de concreto

Las cantidades de barreras de concreto se medirán sobre la base de longitud, de acuerdo a lo siguiente:

(a) **Barreras vaciadas en sitio.** Las barreras vaciadas en sitio serán medidas a lo largo de la línea y pendiente de cada corrida separada, incluyendo las secciones de extremo y las secciones de transición.

(b) **Barreras prefabricadas.** Las barreras prefabricadas se medirán por la longitud apoyada de cada de una sección estándar, tal como se muestra en los planos de diseño, multiplicada por el número de secciones estándar en cada corrida separada. Las secciones no estándar, secciones de extremo y secciones de transición serán medidas por separado y adicionadas a la longitud total de las secciones estándar.

114.04.6 (d) Atenuadores de impacto (atenuadores de energía)

Las cantidades de atenuadores de impacto (atenuadores de energía) serán medidas en base de unidades, por conteo en cada sitio donde el sistema se ha instalado.

114.04.7 PAGO

114.04.7 (a) Barreras de cable

Las cantidades aceptadas de barreras de cable en su posición final serán pagadas al Contratista de acuerdo a la unidad de medición en los siguientes ítems:

- a) Barrera de cable, Ensayo Nivel 3: (m).
- b) Barrera de cable, Ensayo Nivel 4: (m).
- c) Terminales de barrera de cable: (pza.)
- d) Conexiones de baranda para barrera de cable: (pza.).

Los ítems c) y d) incluyen todos los elementos especiales, soportes, postes y todos los elementos pertenecientes a la barrera y la ferretería.

El precio cubre todo el suministro e instalación de todos los materiales, el equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar el trabajo como está especificado.

114.04.7 (b) Barreras de perfiles metálicos

Las cantidades aceptadas de barreras de perfiles metálicos en su posición final serán pagadas al Contratista de acuerdo a la unidad de medición en los siguientes ítems:

- a) Baranda tipo ____: (m).
- b) Barrera de separador central: (m).
- c) Anclajes de barandas, tipo ____: (pza.).
- d) Piezas de extremo de baranda, tipo ____: (pza.).
- e) Transición de baranda: (pza.).
- f) Conexiones de baranda: (pza.).
- g) Terminales de baranda, tipo ____: (pza.).
- h) Extra por postes de ____ m: (pza.).
- i) Postes para barrera: (pza.).

En el ítem a), el tipo de baranda será insertado en el espacio en blanco. El ítem a) incluye todos los postes con placas de base de acero y bases de anclaje de concreto.

Los ítems a) y b) incluyen el proceso constructivo, a excepción de:

- Las piezas de extremo.
- Los anclajes.
- Las transiciones.
- Los costos extraordinarios de construcción incluidos en la conexión de barreras a los terminales de puentes existentes.

En el ítem c), el tipo de anclaje será insertado en el espacio en blanco.

En el ítem d), el tipo de pieza de extremo de la baranda será insertado en el espacio en blanco.

El ítem e) incluye la preparación de la baranda del puente o de la barrera de concreto para la transición e incluye los postes, perfiles, conectores de terminales, placas de conexión, pernos de anclaje, todos los elementos necesarios pertinentes y la ferretería.

El ítem f) incluye la preparación de la baranda del puente o de la barrera de concreto para la conexión e instalación de los conectores terminales cuando no hay una baranda de transición prevista, e incluye placas de conexión, pernos de anclaje, todos los elementos necesarios pertinentes y la ferretería.

En el ítem g), el tipo de terminal será insertado en el espacio en blanco. El ítem g) incluye los terminales de la baranda, postes, perfiles, guardias, piezas de extremo, puntales, tubos en el suelo, todos los elementos necesarios pertinentes y la ferretería.

En el ítem h), la longitud del poste será insertada en el espacio en blanco. El ítem h) incluye la instalación de postes de 2,44 m de largo o postes más largos en lugar de los postes estándar de 1,85 m. Los costos extra para postes más largos son costos que no están cubiertos y están incluidos en el precio unitario de uno o más de los otros ítems de pago listados.

El ítem i) incluye sólo la instalación de postes en el caso de reparaciones o mejoramientos de barreras existentes.

El precio cubre todo el suministro e instalación de todos los materiales, el equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar el trabajo como está especificado.

No se realizará pago separado por los trabajos de excavación y relleno para este tipo de barreras.

114.04.7 (c) Barreras de concreto

Las cantidades aceptadas del trabajo ejecutado bajo este numeral serán pagados al Contratista al precio unitario correspondiente, en la unidad de medición correspondiente, de acuerdo a los siguientes ítems:

- a) Barrera de concreto: (m).
- b) Barrera de concreto, alta: (m).

El precio cubre todo el suministro e instalación de todos los materiales, el equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar el trabajo como está especificado.

No se realizarán pagos adicionales o por separado para las excavaciones y rellenos de los extremos enterrados de barreras de concreto.

114.04.7 (d) Atenuadores de impacto (atenuadores de energía)

Las cantidades aceptadas de atenuadores de impacto (atenuadores de energía) instalados en su posición final serán pagadas al precio unitario correspondiente al ítem:

- a) Atenuador de impacto tipo ____”.

El tipo de atenuador de impacto será insertado en el espacio en blanco.

El precio cubre todo el suministro e instalación de todos los materiales, el equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar el trabajo como está especificado.

No se realizarán pagos por separado o adicionales por transiciones, bases de concreto, y marcadores de objetos.

BIBLIOGRAFÍA

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATOR AS THE NATIONAL STANDARD. Manual on Uniform Traffic Control Devices, Millennium Edition-MUTCD. December 2000.

MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. Manual de Señalización, año 2002.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN (MTC) DEL PERÚ. Especificaciones Técnicas Generales para Carreteras EG-2000.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN (MTC) DEL PERÚ. Manual de Dispositivos de Tránsito Automotor para Calle y Carreteras, junio 2002.

ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS. Manual de Carreteras Volumen III – Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, año 2009.

SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS (SNC – BOLIVIA). Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Carreteras, Primera Versión, año 2004.

SECRETARIA GENERAL DE OBRAS. Manual de dispositivos para el control del tránsito en zonas urbanas y suburbanas. México D.F. 1986.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). Manual on Uniform Traffic Control Devices, año 2003.

SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN ECONÓMICA CENTROAMERICANA (SIECA). Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, año 2000.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES DE CHILE. Manual de Señalización de Tránsito e Instructivo de Aplicación, año 2001.

OREGON DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Standard Specifications, año 2002 y año 2008.

